1.1.1. Kütlenin Korunumu Kanunu

Antoine Laurent Lavoisier (Antuon Loren Lavoziye) (Görsel 1.1), 18. yüzyılda yaptığı çalışmalarda maddenin kimyasal bir değişimden önceki toplam kütlesiyle değişimden sonraki toplam kütlesinin birbirine eşit olduğunu ortaya koymuştur.

Lavoisier, içinde hava ve bir miktar kalay bulunan cam balonun ağzını kapatarak kütlesini ölçmüştür. Balonu ısıttığında içerisindeki kalayın, kalay(II) oksit (tebeşir tozuna benzer bir toz) oluşturduğunu gözlemlemiştir. Cam balonu tekrar tarttığında kütlesinin başlangıçtaki kütleye eşit olduğunu görmüştür. Farklı maddeler üzerinde yaptığı çalışmalarda da tepkime öncesindeki toplam kütlenin tepkime sonundaki toplam kütleye eşit olduğunu görmüştür. Bu çalışmalar sonucunda kütlenin korunumu kanununu ileri sürmüştür. Bu kanuna göre bir tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı tepkimeden çıkan maddelerin kütleleri toplamına eşittir (Görsel 1.2).



Görsel 1.1: Antoine Laurent Lavoisier



Görsel 1.2: Kütlenin korunumu

Örneğin,

Girenler (Reaktif)				Ürünler
$CH_4(g)$	+	$2O_2(g)$	→	$CO_2(g) + 2H_2O(g)$
4 g		16 g		11 g 9 g
$C(k)$	+	$O_2(g)$	→	$CO_2(g)$
3 g		8 g		11 g

tepkimelerinde görüldüğü gibi reaktiflerin kütlelerinin toplamı, ürünlerin kütlelerinin toplamına eşittir.

Örnek

8,8 g C_3H_8 ile 32 g O_2 gazları tamamen tepkimeye girdiğinde CO_2 gazı ve H_2O sıvısı oluşmaktadır. **Tepkime tamamlandığında 26,4 g CO_2 gazı oluştuğuna göre oluşan H_2O sıvısı kaç gramdır?**

Çözüm

Oluşan H_2O sıvısı m gram olsun.

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(s)$$

8,8 g   32 g   26,4 g   m

Kütlenin korunumu kanununa göre tepkimeye giren maddelerin toplam kütlesi tepkime sonrası oluşan ürünlerin toplam kütlesine eşit olacağından

$8,8 + 32 = 26,4 + m$

$40,8 = 26,4 + m$

$m = 14,4$ g H_2O sıvısı oluşur.

Video Bilgi

Kimyanın Temel Kanunları

Bilgi Kutusu

Kütlenin korunumu kanunu bütün fiziksel ve kimyasal tepkimeler için geçerlidir.

Örnek

16 g S katısı yeteri kadar oksijen gazı ile tepkimeye girdiğinde 40 g SO_3 gazı oluşmaktadır. **Buna göre tepkimeye giren oksijen gazı kaç gramdır?**

Çözüm

$$S(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$$

16 g m 40 g

ise

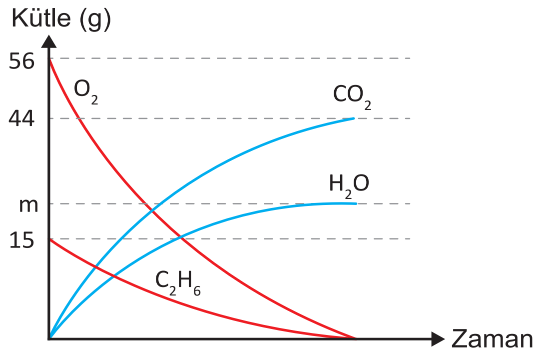
16 + m = 40

m = 24 g'dır.

Örnek

C_2H_6 ve O_2 gazları aşağıda verilen tepkime denklemine göre reaksiyona girmektedir.

$$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(s)$$



Tepkimede harcanan ve oluşan ürünlerin kütlelerinin zamanla değişimi grafikte verilmiştir. **Buna göre grafikteki m değerini bulunuz?**

Çözüm

Grafik incelendiğinde C_2H_6 ve O_2 gazlarının miktarı azaldığından tepkimede harcandığı, CO_2 gazı ve H_2O sıvısının miktarı arttığından tepkime sonucunda oluştuğu anlaşılmaktadır. Değerler denklemdeki yerlerine konulunca

$$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(s)$$

15 g 56 g 44 g m

15 + 56 = 44 + m

71 = 44 + m

m = 27 g bulunur.

Örnek

Eşit kütlelerde Mg katısı ve N_2 gazı kullanılarak 75 g Mg_3N_2 bileşiği elde edilirken 33 g N_2 gazının arttığı gözlemlenmiştir. **Buna göre başlangıçta kullanılan Mg katısı kaç gramdır?**

Bilgi Kutusu

Bir tepkimede başlangıçta kullanılan toplam madde miktarı ile tepkime sonunda oluşan ve artan madde kütleleri toplamı birbirine eşittir.

Çözüm

75 g bileşik oluşurken 33 g N_2 gazı arttığından başlangıçta kullanılan toplam kütle

75 + 33 = 108 g'dır.

Reaktifler eşit olduğuna göre 54 g Mg katısı ve 54 g N_2 gazı kullanılmıştır.

1. Alıştırma

6,4 g CH_4 ve 25,6 g O_2 gazlarının tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s)$$

Tepkime sonunda 17,6 g CO_2 gazı ve bir miktar H_2O sıvısı oluşmaktadır. **Buna göre tepkime sonunda oluşan H_2O sıvısı kaç gramdır?**

Cevap

1.1.2. Sabit Oranlar Kanunu

Joseph Proust (Cozıf Pırust) (Görsel 1.3) 1799'da aynı miktar bakır elementini sülfürik asit ya da nitrik asitte çözüp soda ya da potas ile karbonat şeklinde çöktürdüğünde daima aynı kütlede yeşil renkli karbonat bileşiği elde etmiştir. Bu ve buna benzer çalışmalar sonucunda sabit oranlar kanununu ileri sürmüştür. Bu kanuna göre bir bileşiği oluşturan elementler arasında sabit ve basit bir oran vardır. Bu oran aynı zamanda elementlerin kütlece birleşme oranıdır. Örneğin, 18 g H_2O bileşiği 16 g oksijen ve 2 g hidrojen elementlerinden oluşmaktadır. Buna göre H_2O molekülünü oluşturan hidrojen ve oksijen elementleri arasındaki kütlece sabit oran $\frac{m_H}{m_O} = \frac{1}{8}$ dir ve tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$$

1 g   8 g   9 g bulunur.



Görsel 1.3: Joseph Proust

- Sabit oran, bir bileşiğin bütün örnekleri için aynıdır.
- Sabit oranlar kanunu, bileşenleri arasında belirli bir oran bulunmayan karışımlar için uygulanamaz.
- Sabit oran, bileşiği oluşturan elementlerin kütlece yüzdelerinin oranı olarak da ifade edilebilir. Bir bileşikte kütlece yüzde bileşim sabit olduğundan elementlerin kütlece birleşme oranı değişmez.
- Sabit oran, bileşikten bileşiğe genellikle farklıdır.
- Eşit kütlelerde reaktifler kullanılarak gerçekleştirilen tepkimeler tamamlandığında reaktiflerden en az biri tükenir. Oluşan bileşiğin kütlesi tükenen maddenin kütlesiyle doğru orantılı olarak hesaplanır.

Örnek

3,2 g CH_4 bileşiğinin 2,4 gramı karbondur. **Buna göre bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranı ($\frac{m_H}{m_C}$) kaçtır?**

Çözüm

Kütlenin korunumu kanununa göre $m_C + m_H = 3,2$ g ise $2,4 + m_H = 3,2$ g

3,2 - 2,4 = 0,8 g H bulunur. $\frac{m_H}{m_C} = \frac{0,8}{2,4} = \frac{1}{3}$ bulunur.

2. Alıştırma

6,4 g SO_2 bileşiğinde 3,2 g S bulunduğuna göre bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranı ($\frac{m_S}{m_O}$) kaçtır?

Cevap

Örnek

22,4 g Fe katısı ve 9,6 g O_2 gazının harcanmasıyla Fe_2O_3 bileşiği oluşmuştur. **Buna göre 40 g Fe_2O_3 bileşiği oluşurken kaç gram Fe elementi harcanır?**

Çözüm

I. Yol

$\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{22,4}{9,6} = \frac{7}{3}$ bulunur. O hâlde

Tepkime:	$2Fe(k)$ +	$\frac{3}{2}O_2(g)$ →	$Fe_2O_3(k)$
Sabit Oran:	7 g	3 g	10 g
	4 kat	4 kat	4 kat
Son Durum:	28 g	12 g	40 g

Verilen bileşiğin kütlesi sabit orana göre oluşan bileşiğin kütlesinin 4 katı olduğundan reaktiflerin harcanan kütleleri, sabit oranın 4 katı olmalıdır. Böylece harcanan Fe katısı 28 g olarak bulunur.

II. Yol

Sabit oran $\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{7}{3}$ olduğundan

10 g Fe_2O_3 katısı oluşurken 7 g Fe elementi harcanırsa
40 g Fe_2O_3 katısı oluşurken x

$x = \frac{40 \cdot 7}{10}$

x = 28 g Fe elementi harcanır.

Örnek

Katı hâldeki CaO bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_{Ca}}{m_O} = \frac{5}{2}$ dir. Eşit kütlelerde Ca katısı ve O_2 gazı kullanılarak en fazla 21 g CaO katısı elde edilmiştir.

Buna göre CaO katısı oluşurken hangi maddeden kaç gram artar?

Çözüm

I. Yol

CaO bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $(\frac{m_{Ca}}{m_O})$ $\frac{5}{2}$ olduğundan 5 g Ca katısı ve 2 g O_2 gazı reaksiyona girdiğinde 7 g CaO katısı oluşmaktadır. Oluşan CaO katısının kütlesi sabit orana göre oluşacak CaO katısının kütlesinin 3 katı olduğundan harcanan madde miktarları 3 ile genişletilir.

Tepkime:	Ca(*k*)	+	$\frac{1}{2}O_2(g)$	→	CaO(*k*)
Sabit Oran:	5 g		2 g		7 g
	3 katı		3 katı		3 katı
Son Durum:	15 g		6 g		21 g

15 g Ca katısı ve 6 g O_2 gazı harcandığı görülmektedir. Eşit kütlelerde denildiğinden başlangıçta alınan miktar, fazla harcanan maddenin miktarı kadardır. Buna göre 15 g Ca katısı ve 15 g O_2 gazı alınmıştır. 15 g O_2 gazının 6 gramı harcandığından

15 - 6 = 9 g O_2 gazı artar.

Örnek

Azot ile oksijen elementleri arasında oluşan N_2O_5 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_N}{m_O} = \frac{7}{20}$ dir.

Buna göre 14 g N_2 ile 48 g O_2 gazlarının tepkimesiyle N_2O_5 gazı oluşurken hangi elementten kaç gram artar?

Çözüm

Tepkime:	$N_2(g)$	+	$\frac{5}{2}O_2(g)$	→	$N_2O_5(g)$
Sabit Oran:	7 g		20 g		27 g
	2 kat		2 kat		2 kat
Başlangıç:	14 g		48 g		...
Değişim:	-14 g		-40 g		+54 g
Son Durum:	-		8 g		54 g

Sabit oranda verilen değerlerin iki katı alındığında N_2 gazı tamamen tükenir, 8 g O_2 gazı artar.

Örnek

Eşit kütlelerde Ca ve S katıları kullanılarak 36 g CaS bileşiği elde edilirken 4 g S katısının arttığı görülmektedir. **Buna göre CaS bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\left(\frac{m_{Ca}}{m_S}\right)$ kaçtır?**

Çözüm

36 g CaS bileşiği elde edildiği ve 4 g S katısı arttığından kütlenin korunumu kanununa göre başlangıçtaki toplam kütle 40 g'dır. Soruda eşit kütlelerde reaktifler kullanılmış denildiğinden başlangıçta 20 g Ca ve 20 g S katısı kullanılmıştır. 4 g S katısı tepkimeye girmediğinden 16 g S katısı, Ca katısı tamamen tükendiğinden 20 g Ca katısı harcanmıştır. Buna göre elementlerin kütlece birleşme oranı

$\frac{m_{Ca}}{m_S} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4}$ bulunur.

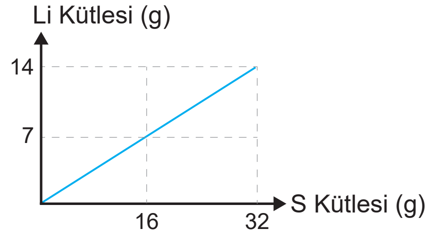
3. Alıştırma

N_2 ve O_2 gazları arasında oluşan N_2O_3 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_N}{m_O} = \frac{7}{12}$ dir. **Buna göre eşit kütlelerde N_2 ve O_2 gazları kullanılarak en fazla 7,6 g N_2O_3 bileşiği elde edildiğine göre hangi gazdan kaç gram artar?**

Cevap

Örnek

Li_2S katısının oluşumu sırasında harcanan Li ve S elementlerinin kütleleri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Grafiğe göre 92 g Li_2S bileşiği oluşabilmesi için kaç gram S elementi gerekir?

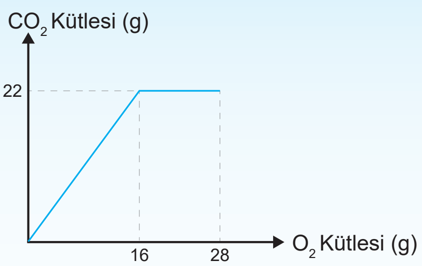
Çözüm

Grafiğe göre 7 g Li elementiyle 16 g S elementi birleşmiştir.

Tepkime:	2Li	+	S	⟶	Li_2S
Sabit Oran:	7 g		16 g		23 g
	4 katı		4 katı		4 katı
Son Durum:	28 g		64 g		92 g

Bileşiğin oluşabilmesi için 64 g S elementi gerekmektedir.

4. Alıştırma



C katısı ve O_2 gazı tepkimeye girerek CO_2 gazı oluşturmaktadır.

Yandaki grafikte tepkimede harcanan O_2 gazının ve tepkime sonrası oluşan CO_2 gazının kütlesi verilmiştir.

Verilen grafikten yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) **Tepkimede kaç gram C katısı harcanmıştır?**

b) **CO_2 gazını oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı kaçtır?**

c) **66 g CO_2 gazı elde edebilmek için kaç gram O_2 gazı kullanılmalıdır?**

Cevaplar

5. Alıştırma

CaO bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_{Ca}}{m_O} = \frac{5}{2}$ dir.

18 g Ca katısı ve 6 g O_2 gazı kullanılarak en fazla kaç gram CaO bileşiği elde edilebilir?

Cevap

1.1.3. Katlı Oranlar Kanunu



Görsel 1.4: John Dalton

John Dalton (Can Daltın) (Görsel 1.4) tarafından bulunan bu kanuna göre iki element arasında birden fazla bileşik oluşuyorsa bileşiklerdeki elementlerden birinin eşit miktarıyla birleşen diğer elementin farklı miktarları arasında tam sayılarla ifade edilen basit bir oran vardır. Bu duruma **katlı oranlar kanunu**, bulunan orana ise **katlı oran** denir.

Örneğin, NO ve NO_2 bileşikleri incelendiğinde aynı miktar N elementiyle birleşen NO bileşiğindeki oksijen atomunun kütlesinin NO_2 bileşiğindeki oksijen atomunun kütlesine oranının $\frac{1}{2}$ olduğu görülmektedir. Oksijen atomları arasındaki bu oran katlı orandır.

Örnek

Fe ve O_2 elementleri arasında iki farklı bileşik oluşmaktadır. Bileşiklerdeki elementlerin kütleleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Bileşik	Demir Kütlesi (g)	Oksijen Kütlesi (g)
I. Bileşik	14	4
II. Bileşik	7	3

Bu tabloya göre I. bileşikteki oksijen elementi ile II. bileşikteki oksijen elementi arasındaki katlı oranı bulunuz.

Çözüm

I. bileşikteki elementlerin kütleleri ikiye bölünerek demir miktarları eşitlenirse aynı miktar demire karşılık I. bileşikteki oksijen kütlesinin II. bileşikteki oksijen kütlesine oranı $\frac{2}{3}$ bulunur. Oksijenlerin eşitlenmesi hâlinde demirler arasındaki oran $\frac{3}{2}$ bulunur.

İki bileşik arasında katlı orandan söz edebilmek için bu bileşiklerin aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir:

- Bileşikler iki tür elementten oluşmalıdır.
- Her iki bileşik de aynı tür elementlerden oluşmalıdır.
- Elementler arasındaki oran 1'den farklı olmalıdır (Basit formülleri aynı olmamalıdır.).

Örnek

Aşağıda bazı bileşik çiftleri verilmiştir.

I. $KMnO_4$ - K_2MnO_4
II. C_3H_6 - C_6H_{12}
III. CH_4 - C_2H_4
IV. CO_2 - N_2O

Bu bileşik çiftlerinden hangileri arasında katlı oran bulunur?

Çözüm

I. Verilen bileşikler arasında katlı oran yoktur. Çünkü bileşikler üç farklı elementten oluşmaktadır.
II. Verilen bileşiklerin basit formülleri aynı olduğundan aralarında katlı oran yoktur.
III. Verilen bileşikler arasında katlı oran bulunur. Bileşikler arasındaki katlı oran 2 ya da $\frac{1}{2}$ dir.
IV. Bileşikler farklı tür elementlerden oluştuğundan aralarında katlı oran yoktur.

Örnek

Karbon ve hidrojen elementleri arasında oluşturulan iki farklı bileşikten I. bileşiğin formülü CH_4, II. bileşiğin formülü C_3H_m şeklindedir. **Aynı miktar karbon ile birleşen I. bileşikteki hidrojen kütlesinin II. bileşikteki hidrojen kütlesine oranı $\frac{3}{2}$ olduğuna göre m kaçtır?**

Çözüm

Bileşiklerdeki C sayıları eşitlenerek hidrojenler arasındaki orana bakılmalıdır. Bu nedenle CH_4 bileşiği 3 ile genişletilir.

$3 \cdot CH_4 = 3C \text{ ve } 12\ H$

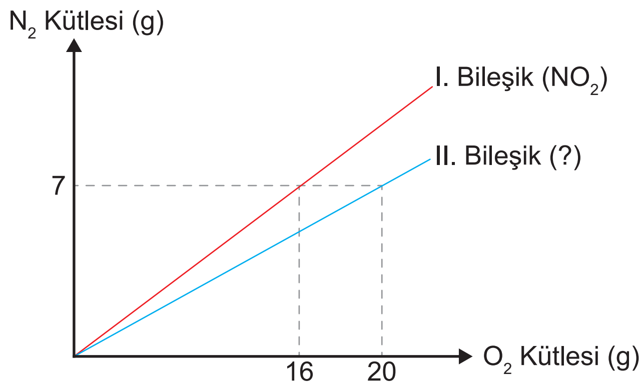
$1 \cdot C_3H_m = 3C \text{ ve } mH$

$$\frac{\text{I. bileşikteki H}}{\text{II. bileşikteki H}} = \frac{12}{m} = \frac{3}{2}$$

$m = \frac{2 \cdot 12}{3} = 8$ bulunur.

Örnek

N_2 ve O_2 elementleri arasında iki farklı bileşik oluşmaktadır. Bileşikler oluşurken kullanılan elementlerin kütleleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Grafiğe göre I. bileşiğin formülü NO_2 ise II. bileşiğin basit formülü nedir?

Çözüm

II. bileşiğin formülü N_xO_y olsun. Aynı miktar azot için I. bileşik x ile genişletildiğinde formülü N_xO_{2x} olarak bulunur. Grafiğe göre aynı miktar azotla birleşen oksijenler arasındaki oran

$\frac{y}{2x} = \frac{20}{16}$ ise 40x = 16y bulunur.

5x = 2y bulunur. Buna göre x = 2 ise y = 5'tir.

II. bileşiğin formülü N_2O_5 bulunur.

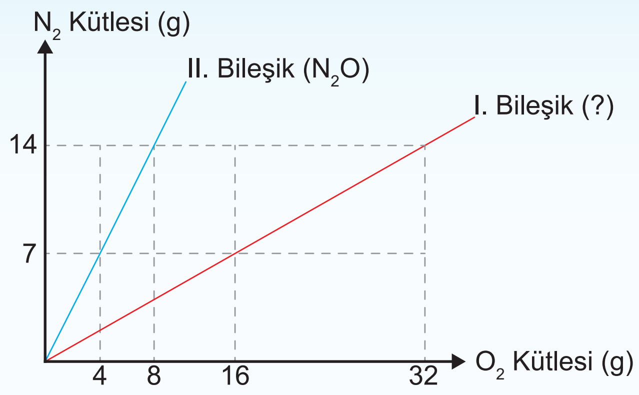
6. Alıştırma

Demir ve oksijen elementleri arasında iki farklı bileşik oluşmaktadır. I. bileşiğin formülü Fe_2O_3, II. bileşiğin formülü Fe_3O_mdir. **Aynı miktar oksijenle birleşen I. bileşikteki demirin II. bileşikteki demire kütle oranı $\frac{8}{9}$ olduğuna göre m değeri kaçtır?**

Cevap

7. Alıştırma

N_2 ve O_2 elementleri arasında iki farklı bileşik oluşmaktadır. Bileşikleri oluşturan elementlerin kütleleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Grafiğe göre II. bileşiğin formülü N_2O ise I. bileşiğin basit formülü nedir?

Cevap

8. Alıştırma

X ve Y elementleri arasında iki farklı bileşik oluşmaktadır. I. bileşikte kütlece %75 X elementi, II. bileşikte ise kütlece %10 Y elementi bulunmaktadır.

I. bileşiğin formülü XY_4 olduğuna göre II. bileşiğin basit formülü nedir?

Cevap

DENEY

DENEYİN ADI

Demir(II) Sülfür Bileşiğinin Elde Edilmesi

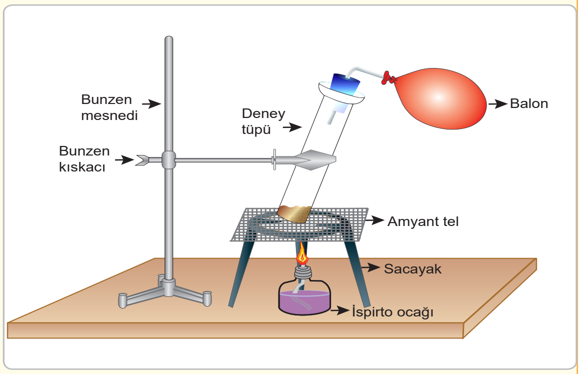
DENEYİN AMACI

Elementlerden bileşik oluşturmak, kütlenin korunumu kanununu kavramak

ARAÇ VE GEREÇLER

- Deney tüpü
- Kükürt tozu
- Demir tozu
- 3 adet saat camı
- Eldiven
- Amyant tel
- Çekiç
- İspirto ocağı
- Bez parçası
- Sacayak
- Cam boru (L şeklinde)
- Bunzen kıskacı
- Bunzen mesnedi
- Spatula
- Mıknatıs
- Tüp maşası
- Balon
- Büyüteç
- Kibrit
- Terazi ve tartım takımı
- Lastik tıpa (tek delikli)

DENEYİN YAPILIŞI



1. Spatula yardımıyla saat camlarından birine 7 g demir tozu, diğerine 4 g kükürt tozu koyup tartınız.
2. Tarttığınız maddeleri diğer saat camında karıştırınız ve büyüteçle bu karışımı inceleyiniz.
3. Karışıma mıknatıs yaklaştırınız ve sonuçları gözlemleyiniz.
4. 1. adımda oluşturduğunuz karışımı deney tüpüne doldurunuz.
5. Görseldeki düzeneği hazırlayınız.
6. Karışım ısıtıldığında açığa çıkacak gazın toplanması için tüpün ağzına balon bağlayınız. (Oluşan bu gazı solumamaya dikkat ediniz.)
7. Hazırladığınız demir tozu ve kükürt karışımını ısıtınız. Isınma sırasında karışımda meydana gelen değişiklikleri gözlemleyiniz.
8. Isıtma işlemini tamamladıktan sonra elde ettiğiniz maddeyi soğumaya bırakınız.
9. Deney tüpünü soğuduktan sonra bir beze sarıp çekiçle kırınız. Oluşan yeni maddeyi saat camına koyarak tartınız.
10. Elde ettiğiniz yeni maddedeki değişiklikleri gözlemleyiniz.
11. Yeni maddeye mıknatıs yaklaştırınız. Mıknatısın maddeyi çekip çekmediğini kontrol ediniz.

DENEYİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1. Deney sonunda oluşan katıda demir ve kükürt taneciklerini görebiliyor musunuz?
2. Oluşan katının kütlesi reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamına eşit midir? Eşit değilse bunun sebebi ne olabilir?

2. BÖLÜM

MOL KAVRAMI VE HESAPLAMALARI

Konular

1.2.1. Atom Kütlesinin Belirlenmesi

1.2.2. Mol Kavramı

1.2.3. Mol Kavramıyla İlgili Hesaplamalar

Anahtar Kavramlar

- Mol

Avogadro sayısı ($6,02214 \cdot 10^{23}$) hayal edilemeyecek kadar büyük bir sayıdır. Atom yığınları yerine fasulye yığınını saydığımızı düşünün. Bir fasulye taneciğinin hacmi 0,1 cm^3 ise “bir mol fasulye” Türkiye’nin yüzeyini yaklaşık 72 km kalınlığında bir tabaka şeklinde kaplayabilir. Bir insanın 100 tane/dakika hızla bir maddenin taneciklerini (örneğin buğday tanecikleri) saydığı varsayılacak olursa bu kişi ömrü boyunca yaklaşık 4 milyar tanecik sayabilir. Dünyadaki bütün insanlar ömürlerini buğday taneciği saymakla geçirseler bile Avogadro sayısı kadar taneciği sayamazlar. Üstelik bir mol buğday taneciği, insanlık tarihinde yetiştirilmiş buğday tanecikleri toplamından daha fazladır. Saniyede milyarlarca işlem yapabilen çok gelişmiş bilgisayarların bile Avogadro sayısı kadar işlem yapabilmeleri için yaklaşık 20 milyon yıla ihtiyaç vardır.

Bu bölümde bağıl atom kütlesi ve mol kavramını tanıyacak ve bu kavramlarla ilgili hesaplamaları öğreneceksiniz.



1.2.1. Atom Kütlesinin Belirlenmesi

Bileşikler, elementlerin belirli kütle oranlarında birleşmesinden meydana gelir. Bilim insanları bileşikleri oluşturan elementlerin hangi kütle oranında birleştiklerini hesaplayabilmek için elementlerin atom kütlesini hesaplamak istemişlerdir. Ancak atomların gerçek kütlelerinin çok küçük olması işlerini zorlaştırmış, bu zorluğu aşmak için bir elementin atom kütlesini referans değer olarak alıp diğer elementlerin atom kütlelerini bu referans değere göre hesaplama yoluna gitmişlerdir. Bugün hesaplamalarda kullanılan atom kütleleri sadece bir atomun diğerinden kaç kat daha ağır olduğunu gösterir.

Atom kütlelerinin hesaplanmasında kullanılan ilk referans atom, özkütlesi en küçük değere sahip hidrojen atomudur. Hidrojen atomunun kütlesi 1 olarak kabul edilmiş, diğer atomların kütleleri hidrojen atomu ile karşılaştırılarak bulunmuştur.

1 tane C atomunun kütlesi = 12 tane H atomunun kütlesi

1 tane O atomunun kütlesi = 16 tane H atomunun kütlesi

1 tane Mg atomunun kütlesi = 24 tane H atomunun kütlesi

Ancak hidrojen atomunun her atomla bileşik yapamaması hesaplamaları zorlaştırmış, bunun üzerine birçok atomla bileşik yapabilen oksijen atomu referans atom olarak seçilmiştir.

1961 yılında kısaltması IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) olan Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği, yeni referans atom olarak ^{12}C izotopunun kullanılmasına karar vermiştir. ^{12}C izotopunun kütlesi 12,00 kabul edilmiş, diğer elementlerin kütleleri bu referans değere göre hesaplanmıştır.

İzotop Atom ve Ortalama Atom Kütlesi

Bir atomun, farklı kütle numarasına sahip atomları doğada bulunabilmektedir. Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı olan bu atomlara **izotop atom** denir. Birçok element doğada izotoplar hâlinde bulunur. Bir elementin kimyasal özelliklerini atomlarındaki protonlar ve elektronlar belirler. Normal koşullarda nötronlar kimyasal değişimlerde rol oynamaz. Bu nedenle bir elementin nötr izotoplarının kimyasal özellikleri yani kimyasal etkinlikleri ve aynı elementle oluşturdukları bileşik türleri ve formülleri aynıdır. Ancak izotop atomların fiziksel özellikleri farklıdır. Örneğin, hidrojenin bilinen 3 izotopu vardır. Hidrojen olarak bilinen birinci izotopun bir tane protonu vardır ve nötronu yoktur. Döteryum izotopunun bir tane protonu ve bir tane nötronu, trityumun izotopunun ise bir tane protonu ve iki tane nötronu vardır. Hidrojenin izotopları aşağıda gösterilmiştir.

$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}D$	$^{3}_{1}T$
Hidrojen	Döteryum	Trityum

Bazı elementler doğada tek tip atomlardan oluşmuştur ve doğal izotop içermez. Örneğin, alüminyum bunlardan biridir ve yalnızca ^{27}Al

Video Bilgi

Mol Kavramı

Bilgi Kutusu

Çoğunlukla bir elementin bütün izotopları aynı ad ve simgeyle gösterilir. Ancak hidrojen bir istisnadır.
$^{2}_{1}H$ izotopu döteryum olup simgesi D, $^{3}_{1}H$ izotopu trityum olup simgesi T'dir.

atomlarından meydana gelmiştir. Dünyadaki neon atomlarının %90,51'i $^{20}_{10}Ne$, %0,27'si $^{21}_{10}Ne$ ve %9,22'si $^{22}_{10}Ne$ atomlarından oluşmaktadır. Bu yüzdelere üç neon izotopunun doğada bulunma bolluğu denir.

İzotopların doğada bulunma bolluklarına bağlı olarak ortalama atom kütlesi hesaplanır. Ortalama atom kütlesi hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{Ortalama Atom Kütlesi} = \frac{A_1.Y_1 + A_2.Y_2 + ...}{100}$$

A_1= 1. izotopun atom kütlesi

A_2= 2. izotopun atom kütlesi

Y_1= 1. izotopun doğada bulunma bolluğu

Y_2= 2. izotopun doğada bulunma bolluğu

Ortalama atom kütlesi, izotopların doğada bulunma bolluklarına bağlı olarak tam veya ondalıklı sayı çıkabilir.

Örnek

Brom elementinin doğada ^{79}Br ve ^{81}Br olmak üzere iki tane izotopu bulunur. **^{79}Br izotopunun doğada bulunma bolluğu yaklaşık %50,69 olduğuna göre bromun ortalama atom kütlesi kaç gramdır?**

Çözüm

İzotop Atomlar	Doğada Bulunma Bolluğu
^{79}Br	50,69 ise
^{81}Br	49,31 olur.

$$\text{Ortalama Atom Kütlesi} = \frac{A_1.Y_1 + A_2.Y_2}{100} \text{ formülünde yerine yazılırsa}$$

$$\text{Ortalama Atom Kütlesi} = \frac{(79 \cdot 50,69) + (81 \cdot 49,31)}{100} = 79,904$$

bulunur.

Bromun ortalama atom kütlesi yaklaşık 79,904'tür.

Atom çekirdeğinde bulunan proton ve nötronlar tam sayılarla ifade edilir. Atomların gerçek kütleleri tam sayı iken ortalama bağıl atom kütlelerinin ondalıklı sayı çıkması bu atomların doğada izotoplar hâlinde bulunduğunu gösterir. Ancak bir elementin ortalama atom kütlesinin tam sayı olması, elementin izotopunun olmadığı anlamına gelmez.

9. Alıştırma

Cu elementi doğada ^{63}Cu ve ^{65}Cu izotopları hâlinde bulunur. **^{63}Cu izotopunun doğada bulunma bolluğu yaklaşık olarak %69 olduğuna göre Cu elementinin ortalama atom kütlesi kaç gramdır?**

Cevap

1.2.2. Mol Kavramı

Atomlar ve moleküller normal yöntemlerle sayılamaz. Sayılamayacak çokluktaki tek çeşit bir maddenin miktarı Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI) **mol** birimi ile ifade edilir. Bu tıpkı buğdayın kile ya da şekerin kilo ile belirtilmesi gibidir.

12 g ^{12}C izotopunda bulunan atom sayısı deneysel olarak tayin edilmiştir. Bu sayıya İtalyan bilim insanı Amedeo Avogadro'nun (Amediyo Avagadro) anısına **Avogadro sayısı** denilmiştir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Amedeo Avogadro

Avogadro sayısı N_A şeklinde gösterilir. $N_A = 6{,}0221415 \cdot 10^{23}$'tür.

Avogadro sayısı genellikle $6{,}02 \cdot 10^{23}$ sayısına yuvarlanarak kullanılır.

Mol, sadece atom ya da molekülleri için sınırlı olmayıp sayılamayacak çokluktaki bütün tek çeşit maddeler için kullanılır.

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane elektron = 1 mol elektron

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane proton = 1 mol proton

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane nötron = 1 mol nötron

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane atom = 1 mol atom

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane molekül = 1 mol molekül

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane iyon = 1 mol iyon

Mol Kütlesi

Bir mol atomun ya da bir mol molekülün gram cinsinden kütlesine **mol kütlesi (M_A)** denir. Birimi g/moldür. Atomların, atom kütleleri aynı zamanda sayısal değer olarak mol kütlelerine eşittir.

^{12}C atomunun mol kütlesi 12 g/moldür.

^{16}O atomunun mol kütlesi 16 g/moldür.

^{27}Al atomunun mol kütlesi 27 g/moldür.

Bileşiği oluşturan elementlerin mol atom kütleleri ile atom sayılarının çarpımları toplamı o bileşiğin mol kütlesine eşittir. Örneğin, azot atomunun mol kütlesi 14, hidrojen atomunun mol kütlesi 1 olduğundan NH_3 bileşiğinin mol kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$NH_3 = 1 \cdot (N) + 3 \cdot (H) = 1 \cdot (14) + 3 \cdot (1) = 17$ g/mol bulunur.

Mol kütleleri sırasıyla 40 ve 80 g/mol olan Ca ve Br elementlerinden oluşmuş $CaBr_2$ bileşiğinin mol kütlesi

$CaBr_2 = (Ca) + 2 \cdot (Br) = (40) + 2 \cdot (80) = 200$ g/mol bulunur.

Bir tane atomun gram cinsinden kütlesine **gerçek atom kütlesi**, bir tane molekülün gram cinsinden kütlesine **gerçek molekül kütlesi** denir.

$$\text{Gerçek Atom Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23}} g = \frac{M_A}{N_A} g$$

$$\text{Gerçek Molekül Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23}} g = \frac{M_A}{N_A} g$$

Atomların gerçek kütleleri, gramla ifade edilemeyecek kadar küçük değerler olduğundan atomik kütle birimi (akb) ile ifade edilmiştir. Bilim insanları 1 tane ^{12}C izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$ sini 1 **atomik kütle birimi (akb)** olarak kabul etmiştir. Bir tane atomun akb cinsinden kütlesine ise **bağıl atom kütlesi** denir.

Atomlar için bağıl atom kütlesi denildiğinde akb, mol kütlesi denildiğinde g/mol anlaşılmalıdır. Aynı durum moleküller için de geçerlidir. Molekül kütlesi akb, mol kütlesi g/mol ile ifade edilir.

Hidrojenin (^{1}H) bağıl atom kütlesi = 1 akb

Hidrojenin (^{1}H) mol kütlesi = 1 g/mol

SO_3 molekülünün molekül kütlesi = 80 akb

SO_3 molekülünün mol kütlesi = 80 g/mol

Bağıl atom kütlesi ile mol kütlesi ya da molekül kütlesi ile mol kütlesi sayısal değer olarak birbirine eşittir ancak birimleri farklıdır.

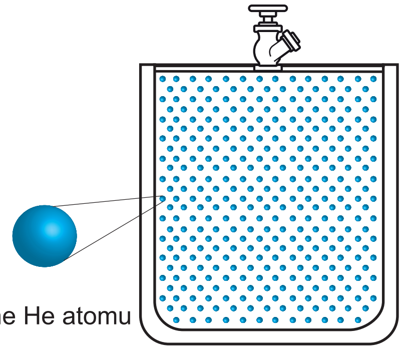
Bütün kütle birimleri arasında bir ilişki bulunduğu gibi akb ile gram arasında da bir ilişki bulunmaktadır.

$$1 \text{ akb} = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} g \quad \text{ya da} \quad 6,02 \cdot 10^{23} \text{ akb} = 1 g$$

$$1 \text{ akb} = \frac{1}{N_A} g \quad \text{ya da} \quad N_A \cdot \text{akb} = 1 g$$

1 tane ^{16}O atomu = 16 akb = $\frac{16}{N_A}$ g'dır.

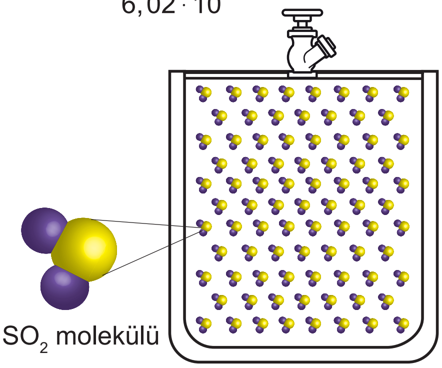
1 tane O_2 molekülü = 32 akb = $\frac{32}{N_A}$ g'dır.



Şekil 1.1: He gazının kap içerisindeki görünümü

Yukarıdaki şekilde (Şekil 1.1) verilenlere göre

- 1 mol He atomu = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane He atomu = 4 g He atomudur.
- 1 tane He atomu = $\frac{4}{6{,}02 \cdot 10^{23}}$ g He atomu = 4 akb He atomudur.



Şekil 1.2: SO_2 gazının kap içerisindeki görünümü

Yukarıdaki şekilde (Şekil 1.2) verilenlere göre

- 1 mol SO_2 molekülü = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane SO_2 molekülü = 64 g SO_2 molekülüdür.
- 1 tane SO_2 molekülü = $\frac{64}{6{,}02 \cdot 10^{23}}$ g SO_2 molekülü = 64 akb SO_2 molekülüdür.

Örneğin, 1 tane H_2SO_4 molekülü incelendiğinde molekülün

- 2 tane H atomu,
- 1 tane S atomu,
- 4 tane O atomu içerdiği görülür.

1 mol H_2SO_4 molekülü ise

- 2 mol ($2N_A$ tane) H atomu,
- 1 mol (N_A tane) S atomu,
- 4 mol ($4N_A$ tane) O atomu içerir.

Örnek

Karbon dioksidin (CO_2) gerçek molekül kütlesini bulunuz.

(C : 12, O: 16, N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

Karbon dioksidin (CO_2) mol kütlesi

$$CO_2 = (C) + 2 \cdot (O) = (12) + 2 \cdot (16) = 44 \text{ g/mol}$$

$$\text{Gerçek Molekül Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ g}$$

$$\text{Gerçek Molekül Kütlesi} = \frac{44}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ g} = 7,308 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Örnek

Gerçek atom kütlesi $6,64 \cdot 10^{-23}$ g olan kalsiyum atomunun bağıl atom kütlesi kaçtır?

(N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

Gerçek atom kütlesi 1 tane atomun gram cinsinden kütlesidir.

$$\text{Gerçek Molekül Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ g}$$

$$6,64 \cdot 10^{-23} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ g}$$

M_A = 39,9728 g/mol bulunur.

Buna göre kalsiyumun bağıl atom kütlesi 39,9728 akb'dir.

10. Alıştırma

$6,02 \cdot 10^{22}$ akb kaç gramdır?

(N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Cevap

11. Alıştırma

Bağıl atom kütlesi 20 akb olan neon ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) **Neonun gerçek atom kütlesi kaç gramdır?**

b) **$18{,}06 \cdot 10^{23}$ tane neonun kütlesi kaç gramdır?**

c) **80 g neonda kaç tane atom bulunur?**

(N_A: $6{,}02 \cdot 10^{23}$)

Cevap

1.2.3. Mol Kavramıyla İlgili Hesaplamalar

Mol Sayısı-Tanecik Sayısı İlişkisi

Atomik elementlerin (Na, Fe, He vb.) birer mollerinde eşit sayıda atom, molekül yapılı elementlerin (H_2, N_2 vb.) ve kovalent bağlı bileşiklerin (H_2O, NH_3, CO_2 vb.) birer mollerinde ise eşit sayıda molekül bulunur. Başka bir ifadeyle

1 mol Na atomu $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane Na atomu,

1 mol N_2 molekülü $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane N_2 molekülü,

1 mol CO_2 molekülü $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane CO_2 molekülü içerir.

1 mol NO_3^- iyonu $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane NO_3^- iyonu içerir.

Tanecik sayısı bilinen kimyasal türün mol sayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$n = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \qquad n = \text{Mol sayısı}$$

Bilgi Kutusu

Atom: Elementlerin özelliğini gösteren nötral ve en küçük birimine denir.

Ca, Mg, Al, Zn vb.

Molekül: Element ya da bileşiğin özelliğini gösteren nötral ve en küçük birimine denir.

Elementel moleküller; H_2, N_2, O_3 vb.

Bileşik molekülleri; CH_4, H_2O, NH_3 vb.

İyon: Atom ya da atom gruplarının elektron alması ya da vermesiyle oluşan taneciklere denir.

Na^+, F^-, CO_3^{2-}, NH_4^+ vb.

Örnek

0,4 mol NH_3 bileşiği kaç tane molekül içerir?

(N_A: $6{,}02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

I. Yol

$$n = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{6{,}02 \cdot 10^{23}}$$

$$0{,}4 = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{6{,}02 \cdot 10^{23}}$$

NH_3 bileşiği $2{,}408 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerir.

II. Yol

1 mol NH_3 bileşiği	$6,02 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerirse
0,4 mol NH_3 bileşiği	x

x = $2,408 \cdot 10^{23}$ tane NH_3 molekülü içerir.

Örnek

$1,204 \cdot 10^{23}$ tane molekül içeren H_2 gazının mol sayısı kaçtır?
(N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

1 mol H_2 molekülü	$6,02 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerirse
x	$1,204 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerir.

x = 0,2 mol bulunur.

12. Alıştırma

0,2 mol C_2H_5OH bileşiği kaç tane molekül içerir?

(N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Cevaplar

Mol-Mol Atom Sayısı İlişkisi

Bileşikler farklı elementlerin belirli sayılarda bir araya gelmesiyle oluşan, oluştuğu elementlerden farklı kimyasal özellikler gösteren saf maddelerdir. Bileşiğin içerdiği mol atom sayısı, bileşiğin mol sayısından her zaman daha fazladır. Örneğin 1 mol CO_2 molekülünde toplam 3 mol atom bulunur.

1 mol $C_6H_{12}O_6$ molekülünde bulunan atomların mol atom sayılarına bakıldığında 6 mol C atomu, 12 mol H atomu ve 6 mol O atomu içerdiği görülür.

1 mol $C_6H_{12}O_6$
→ 6 mol O atomu
→ 12 mol H atomu
→ 6 mol C atomu

Örnek

$3,01 \cdot 10^{23}$ tane C_2H_6 molekülü,

a) **Kaç moldür?**
b) **Kaç mol H atomu içerir?**
c) **Kaç mol C atomu içerir?**
ç) **Toplam kaç mol atom içerir?**

Çözüm

a) 1 mol C_2H_6 molekülü — $6,02 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerirse
x — $3,01 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerir.

x = 0,5 mol C_2H_6 bulunur.

b) 1 mol C_2H_6 molekülü — 6 mol H atomu içerirse
0,5 mol C_2H_6 molekülü — x

x = 3 mol H atomu içerir.

c) 1 mol C_2H_6 molekülü — 2 mol C atomu içerirse
0,5 mol C_2H_6 molekülü — x

x = 1 mol C atomu içerir.

ç) 1 mol C_2H_6 molekülü — 8 mol atom içerirse
0,5 mol C_2H_6 molekülü — x

x = 4 mol atom içerir.

Örnek

0,6 mol oksijen atomu içeren SO_3 molekülü toplam kaç mol atom içerir?

Çözüm

I. Yol

1 mol SO_3 molekülü — 3 mol O atomu içerirse
x — 0,6 mol O atomu içerir.

x = 0,2 mol SO_3 bulunur.

1 mol SO_3 molekülü — 4 mol atom içerirse
0,2 mol SO_3 molekülü — x

x = 0,8 mol atom içerir.

II. Yol

3 mol O atomu içeren SO_3 — 4 mol atom içerirse
0,6 mol O atomu içeren SO_3 — x

x = 0,8 mol atom içerir.

Örnek

2 tane C_3H_8 molekülü

a) **Kaç tane C atomu içerir?**
b) **Kaç tane H atomu içerir?**
c) **Toplam kaç tane atom içerir?**

Çözüm

a) 1 tane C_3H_8 molekülü   3 tane C atomu içerirse
2 tane C_3H_8 molekülü   x

x = 6 tane C atomu içerir.

b) 1 tane C_3H_8 molekülü   8 tane H atomu içerirse
2 tane C_3H_8 molekülü   x

x = 16 tane H atomu içerir.

c) 1 tane C_3H_8 molekülü   11 tane atom içerirse
2 tane C_3H_8 molekülü   x

x = 22 tane atom içerir.

Bilgi Kutusu

Tane ile mol kavramları birbirinden farklı kavramlardır. Tane, bir tane atom ya da molekülü, mol ise avogadro sayısı kadar atom ya da molekülü ifade eder. Aşağıda tane ve mol kavramları karşılaştırılarak açıklanmıştır.

2 tane C_3H_8	2 mol C_3H_8
6 tane C atomu	6 mol C atomu
16 tane H atomu	16 mol H atomu
22 tane atom	**22 mol atom**

Mol Sayısı-Hacim İlişkisi

Aynı sıcaklık ve basınçta gazların hacimleriyle mol sayıları doğru orantılı olarak değişir.

Bilgi Kutusu

Tanecikleri arasındaki itme-çekme kuvvetlerinin ve gaz molekülünün ya da atomunun hacminin gazın kapladığı hacim yanında ihmal edildiği gazlara **ideal gaz** denir. Mol ile ilgili hesaplamalar ideal gaza göre yapılır.

- Aynı şartlarda (aynı sıcaklık ve basınç altında) ideal gazların eşit molleri eşit hacim kaplar.
- Normal koşullarda (0 °C sıcaklık ve 1 atm basınç) 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar.

  İdeal bir gazın hacmi biliniyorsa normal koşullar için

  $n = \frac{V}{22,4}$ n: Mol sayısı, V: Verilen hacim (litre)

- Standart koşullarda (oda koşullarında) (25 °C sıcaklık ve 1 atm basınç) 1 mol gaz 24,5 L hacim kaplar.

  Standart koşullar için

  $n = \frac{V}{24,5}$ n: Mol sayısı, V: Verilen hacim (litre)

formülleri kullanılır.

Bu formüllerle katı ve sıvıların hacimleri hesaplanamaz. Katı ve sıvıların hacimlerinin hesaplanabilmesi için yoğunluklarının ve kütlelerinin bilinmesi gerekir.

Örnek

Normal koşullarda 4,48 L hacim kaplayan CH_4 gazı kaç moldür?

Çözüm

I. Yol

$$n = \frac{V}{22,4}$$

$$n = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol } CH_4 \text{ moldür.}$$

II. Yol

1 mol CH_4 gazı normal koşullarda 22,4 L ise
x normal koşullarda 4,48 L'dir.

x = 0,2 mol CH_4 gazıdır.

Örnek

Toplam 0,9 mol atom içeren CO_2 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

Çözüm

1 mol CO_2 gazı 3 mol atom içerirse
x 0,9 mol atom içerir.

x = 0,3 mol CO_2 gazıdır.

1 mol CO_2 gazı normal koşullarda 22,4 L ise
0,3 mol CO_2 gazı x

x = 6,72 L hacim kaplar.

13. Alıştırma

Normal koşullarda 1,12 L hacim kaplayan C_2H_6 gazı

a) **Kaç moldür?**
b) **Kaç tane molekül içerir?**
c) **Standart koşullarda kaç litre hacim kaplar?**

Cevap

Mol-Kütle İlişkisi

Kütlesi bilinen saf bir maddenin mol sayısı ya da mol sayısı bilinen saf bir maddenin kütlesi aşağıda verilen bağıntıyla veya oran-orantı yardımıyla hesaplanır.

Kütlesi verilen bir saf maddenin mol sayısı $n = \frac{m}{M_A}$ bağıntısıyla hesaplanır.

m: Kütle

M_A: Mol kütlesi

Örnek

22 g CO_2 gazı kaç moldür?

(C: 12, O: 16)

Çözüm

CO_2 gazının mol kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$CO_2 = C + 2 \cdot O = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ g/mol bulunur.

I. Yol

$n = \frac{m}{M_A}$ ise $n = \frac{22}{44} = 0,5$ mol CO_2

II. Yol

1 mol CO_2 gazı — 44 g ise
x — 22 g'dır.

x = 0,5 mol CO_2 gazıdır.

14. Alıştırma

43,2 g N_2O_5 gazı kaç moldür?

(N: 14, O: 16)

Cevap

Örnek

8,8 g C_3H_8 gazı,

a) **Kaç moldür?**
b) **Normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?**
c) **Kaç tane C atomu içerir?**
ç) **Toplam kaç mol atom içerir?**

(C: 12, H: 1, N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

a) $C_3H_8 = 3 \cdot C + 8 \cdot H = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44$ g/mol

$n = \frac{m}{M_A}$ ise $n = \frac{8,8}{44} = 0,2$ mol C_3H_8

b) $n = \frac{V}{22,4}$ ise $0,2 = \frac{V}{22,4}$ V = 4,48 L hacim kaplar.

c) 1 mol C_3H_8 molekülü — $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ tane C atomu içerirse
0,2 mol C_3H_8 molekülü — x

x = $3,612 \cdot 10^{23}$ tane C atomu içerir.

ç) 1 mol C_3H_8 molekülü — 11 mol atom içerirse
0,2 mol C_3H_8 molekülü — x

x = 2,2 mol atom içerir.

15. Alıştırma

2,8 mol hidrojen atomu içeren N_2H_4 gazı kaç gramdır?

(N: 14, H: 1)

Cevap

16. Alıştırma

0,2 mol SO_3 gazındaki O atomunun sayısı kadar H atomu içeren H_2O molekülü kaç gramdır?

(H: 1, O: 16)

Cevap

Örnek

4 mol etil alkol (C_2H_5OH) bileşiği,

a) **Kaç mol C_2H_5OH molekülü içerir?**
b) **Kaç mol H atomu içerir?**
c) **Toplam kaç mol atom içerir?**
ç) **Kaç tane O atomu içerir?**
d) **Kaç tane molekül içerir?**
e) **Toplam kaç tane atom içerir?**
(N_A: Avogadro sayısı)

Çözüm

a) C_2H_5OH molekülünün mol sayısı aynı zamanda mol molekül sayısıdır. Bu nedenle 4 mol molekül içerir.

b) 1 mol C_2H_5OH molekülü — 6 mol H atomu içerirse
4 mol C_2H_5OH molekülü — x
x = 24 mol H atomu içerir.

c) 1 mol C_2H_5OH molekülü — 9 mol atom içerirse
4 mol C_2H_5OH molekülü — x
x = 36 mol atom içerir.

ç) 1 mol C_2H_5OH molekülü — N_A tane O atomu içerirse
4 mol C_2H_5OH molekülü — x
x = $4 \cdot N_A$ tane O atomu içerir.

d) 1 mol C_2H_5OH molekülü — N_A tane molekül içerirse
4 mol C_2H_5OH molekülü — x
x = $4 \cdot N_A$ tane molekül içerir.

e) 1 mol C_2H_5OH molekülü — 9 N_A tane atom içerirse
4 mol C_2H_5OH molekülü — x
x = 36 N_A tane atom içerir.

Örnek

C_2H_6 ve C_3H_4 gazlarından oluşan 0,5 mol karışımın kütlesi 16 g olduğuna göre karışımdaki C_2H_6 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

(C: 12, H: 1)

Çözüm

C_2H_6	C_3H_4
x mol	y mol

1 mol C_2H_6 30 g ise
x mol C_2H_6 m_1

m_1= 30x g'dır.

1 mol C_3H_4 40 g ise
y mol C_3H_4 m_2

m_2= 40y g'dır.

x + y = 0,5
30x + 40y = 16
denklemlerinden x = 0,4 mol, y = 0,1 mol bulunur.

1 mol C_2H_6 22,4 L ise
0,4 mol C_2H_6 V

V = 8,96 L'dir.

Örnek

- 1 tane O atomunun kütlesi $2,657 \cdot 10^{-23}$ g'dır.
- 0,4 mol H_2S bileşiği 13,6 g'dır.

Buna göre 1 tane SO_2 molekülünün kütlesi kaç akb'dir?

(H: 1, N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

Çözüm

1 tane O $2,657 \cdot 10^{-23}$g ise
$6,02 \cdot 10^{23}$ tane O x

x = 15,99514 $\cong$ 16 g'dır.

O atomunun atom kütlesi 16'dır.

0,4 mol H_2S molekülü 13,6 g ise
1 mol H_2S molekülü x

x = 34 g'dır.

H_2S molekülünün mol kütlesi 34 g/mol olduğuna göre

$2 \cdot H + S = 34$

$2 \cdot 1 + S = 34$

$S = 32$ g bulunur.

SO_2 bileşiğinin mol kütlesi $32 + 2 \cdot (16) = 64$ g/mol bulunur.

SO_2 molekülünün kütlesi 64 akb'dir.

Örnek

7,2 g NH_4^+ iyonu,

a) **Kaç mol iyon içerir?**
b) **Toplam kaç mol proton içerir?**
c) **Toplam kaç tane elektron içerir?**
($^{14}_{7}N$, $^{1}_{1}H$, N_A: Avogadro sayısı)

Çözüm

a) NH_4^+ iyonunun mol kütlesi $14 + 4 \cdot (1) = 18$ g/moldür.

1 mol NH_4^+ — 18 g
x mol NH_4^+ — 7,2 g

x = 0,4 mol NH_4^+ iyonu içerir.

b) NH_4^+ iyonundaki toplam proton sayısı $7 + 4 \cdot (1) = 11$'dir.

1 mol NH_4^+ iyonunda — 11 mol proton
0,4 mol NH_4^+ iyonunda — x

x = 4,4 mol proton içerir.

c) NH_4^+ iyonundaki toplam elektron sayısı $7 + 4 \cdot (1) + (-1) = 10$'dur.

1 mol NH_4^+ iyonunda — $10 \cdot N_A$ tane elektron
0,4 mol NH_4^+ iyonunda — x

$x = 4 \cdot N_A$ tane elektron içerir.

17. Alıştırma

He elementinin atom kütlesi 4 akb'dir. **Buna göre $\frac{N_A}{4}$ değeri neyi ifade eder?**

Cevap

18. Alıştırma

Aşağıdaki maddelerin kütlelerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

(N: 14)

I. 1 tane azot molekülü
II. 1 mol azot atomu
III. 1 tane azot atomu
IV. 1 mol azot molekülü

Cevap

19. Alıştırma

Normal koşullarda bulunan CO_2 gazıyla ilgili,

I. 44 g'dır.
II. 3 mol atom içerir.
III. Sıcaklığı 0 °C'dir.
IV. $6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane molekül içerir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

(C: 12, O: 16)

Cevap

20. Alıştırma

m gram C_5H_{12} molekülü,

a) **Kaç moldür?**
b) **Toplam kaç mol atom içerir?**
c) **Kaç tane H atomu içerir?**

(H: 1, C: 12, N_A: Avogadro sayısı)

Cevaplar

3. BÖLÜM
KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

Konular

1.3.1. Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi
1.3.2. Kimyasal Tepkime Denklemleri ve Özellikleri
1.3.3. Kimyasal Tepkime Çeşitleri

Anahtar Kavramlar

- Kimyasal tepkime
- Yanma tepkimesi
- Sentez (oluşum) tepkimesi
- Analiz (ayrışma) tepkimesi
- Asit-baz tepkimesi
- Çözünme-çökelme tepkimesi
- Tepkime denklemleri

İnşaatlarda harca katılan kireci, şehirleri süsleyen heykelleri, toprağın verimini artıran suni gübreleri görmüşsünüzdür. Bu maddelerin oluşum sürecini biliyor musunuz?

Havadaki karbon dioksidin bir kısmı deniz suyunda çözünür, bir kısmı da kabuklu deniz hayvanlarının kabukları tarafından emilir. Zamanla kabuklar kireç taşına ($CaCO_3$) dönüşür. Karbon dioksit, kireç taşı veya onun daha yoğun bir formu olan mermerde binlerce yıl nasıl kalabiliyor? Kireç taşı ve mermer daha sonra insanlar tarafından işlenerek inşaat harcı olarak ya da toprağın asitliğini düşürmek için tarım amaçlı kullanılabilir, hatta şehrinizin meydanını süsleyen bir heykele dönüşebilir.

Kireç taşındaki karbon atomlarının bu serüveni hem fiziksel hem de kimyasal değişimleri içermektedir.

Bu bölümde kimyasal tepkime çeşitlerini ve tepkime denklemlerinin denkleştirilmesini öğreneceksiniz.



Video Bilgi

Kimyasal Tepkimeler

1.3.1. Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi

Kimyasal tepkimelerde atom sayısı ve türü değişmeyeceğinden reaktiflerdeki ve ürünlerdeki atom sayıları ve türleri aynı olmalıdır.

Basit kimyasal tepkime denklemleri aşağıdaki gibi denkleştirilebilir.

1. Formüller değiştirilmez. Atom sayıları korunacak şekilde maddelerin önüne uygun katsayılar yazılır.
2. Yapısında fazla atom bulunduran büyük moleküllerin katsayısı genellikle 1 alınır.
3. Öncelikle denklemin her iki tarafındaki elementler denkleştirilir.
4. Element hâlinde bulunan maddelerin denkleştirilmesi en son yapılır. Reaksiyonda birden fazla element varsa genellikle hidrojen ve oksijen elementlerinin denkleştirilmesi sona bırakılır.
5. N_2, H_2, Br_2 gibi moleküler elementlerin katsayıları kesirli sayılar şeklinde yazılabilir. Ancak bileşik ve atomik yapılı elementlerin katsayıları kesirli yazılamaz.

Örnek

Aşağıda verilen tepkimeyi denkleştiriniz.

$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

Çözüm

$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

tepkimesinde,

- Girenler kısmında 3 tane C atomu olduğundan ürünler kısmındaki CO_2 bileşiğinin başına 3 yazılır.

  $C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + H_2O$

- Girenler kısmında 8 tane H atomu, ürünler kısmında 2 tane H atomu bulunmaktadır. H atomlarının sayısını eşitlemek için H_2O bileşiğinin katsayısı 4 olarak yazılır.

  $C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

- Girenlerde 2 tane O atomu, ürünlerde ise CO_2 bileşiğinde $3 \cdot 2 = 6$, H_2O bileşiğinde $4 \cdot 1 = 4$ tane olmak üzere toplam 10 tane O atomu bulunmaktadır. Bu nedenle O_2 molekülünün katsayısı 5 olarak yazılır.

  $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

Aşağıda denkleştirilmiş iki tepkime denklemi verilmiştir.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

$Al_4C_3 + 12HCl \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4$

21. Alıştırma

Aşağıdaki tepkimeler en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde H_2O moleküllerinin katsayıları kaç olur?

a) $C_4H_{10} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

b) $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

c) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

Cevaplar

Örnek

$Al_4C_3 + 12H_2O \longrightarrow 4Al(OH)_3 + 3X$

denkleminde X ile gösterilen bileşiğin formülünü bulunuz.

Çözüm

Kimyasal tepkimelerde atom sayısı ve türü korunur. Tepkime incelendiğinde ürün kısmında 3 tane C ve 12 tane H atomu eksik olduğu görülmektedir. X'in katsayısı 3 olduğundan eksik olan atomların sayıları 3'e bölünerek X bileşiğinin formülü CH_4 olarak bulunur.

22. Alıştırma

Aşağıda verilen tepkimelerdeki X, Y ve Z bileşiklerinin formüllerini bulunuz.

I. $CaCO_3 \longrightarrow CO_2 + X$

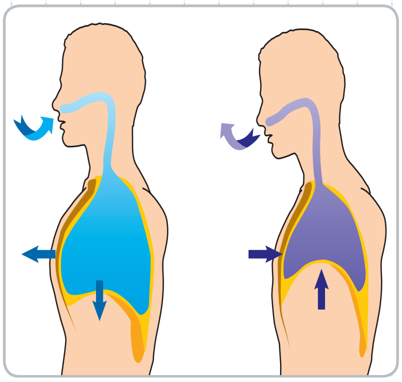
II. $X + 3C \longrightarrow Y + CO$

III. $Y + 2H_2O \longrightarrow Z + Ca(OH)_2$

Cevaplar

1.3.2. Kimyasal Tepkime Denklemleri ve Özellikleri

Çevrenizde her an birçok kimyasal tepkimeye tanık olmaktasınız. Ormanların yanması, çatı oluklarının aşınması, bisiklet zincirinin paslanması bunlardan sadece birkaçıdır. Çoğunlukla farkında olunmayan bu kimyasal tepkimeler sürdürülebilir bir yaşamın da olmazsa olmazıdır. Fotosentez, solunum (Görsel 1.6) ve sindirim gibi canlı yaşamının vazgeçilmezleri de birer kimyasal tepkimedir.



Görsel 1.6: Solunum

$$C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g) \quad \text{(Solunum)}$$

$$6CO_2(g) + 6H_2O(s) \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Güneş ışığı}} C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \quad \text{(Fotosentez)}$$

Bu bölümde yaşamı çepeçevre kuşatan kimyasal tepkimeleri öğreneceksiniz.

Kimyasal türlerin (atom, molekül, iyon vb.) kendi özelliklerini kaybederek yeni özelliklerde maddeler oluşturmasına **kimyasal değişim** denir. Kimyasal değişimlerin çeşitli formül, sembol ve tepkime okuyla ($\rightarrow$) gösterilmesine **kimyasal tepkime denklemi** denir. Kimyasal olaylar tepkime denklemleriyle sembolize edilerek basitleştirilir.

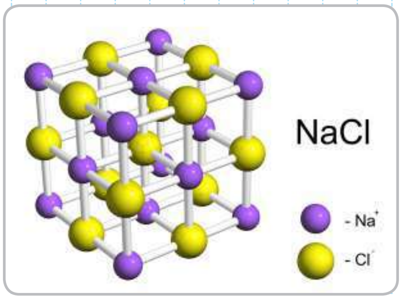
$$2H_2(g) + O_2(g) \underbrace{\longrightarrow}_{\text{Tepkime oku}} 2H_2O(g) + \text{ısı}$$

Aşağıdaki kimyasal tepkime örneklerini inceleyiniz.

Uygun şartlarda hidrojen ve oksijen gazları bir araya geldiğinde kendi özelliklerini kaybedip yeni özellikteki suyu oluşturur. Kimyasal bir olay olan bu değişimin tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\underset{\text{(yanıcı)}}{2H_2(g)} + \underset{\text{(yakıcı)}}{O_2(g)} \longrightarrow \underset{\text{(söndürücü)}}{2H_2O(g)} + \text{ısı}$$

Su ile birleşince patlama şeklinde tepkime veren sodyum (Na) metali, zehirli olan klor gazı (Cl_2) ile tepkimeye girince sofra tuzu olarak bilinen kristal yapılı sodyum klorür (NaCl) bileşiği elde edilir (Görsel 1.7). Bu olayın tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:



Görsel 1.7: NaCl bileşiğinin kristal yapısı

$$Na(k) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow NaCl(k)$$

Ancak her olayın kimyasal bir tepkime olduğunu düşünmek de yanlıştır. Kimyasal tepkimelerde genel olarak

- Çökelti oluşumu,
- Renk değişimi,
- Gaz çıkışı,
- Sıcaklık değişimi,
- Elektriksel iletkenlikteki değişim gibi olaylar gözlemlenir.

Ancak bazen bir olayın kimyasal tepkime olup olmadığına karar vermek için gözlemin yanı sıra deneysel incelemelerin de yapılması gerekebilir.

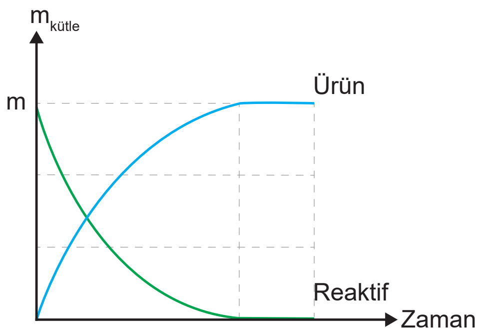
Aşağıdaki gibi bir tepkime denkleminde

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + ısı$$

Girenler — Tepkime Oku — Ürünler

tepkime okunun sol tarafındaki maddelere **girenler (reaktifler)** denir ve bu maddelerin kütlesi tepkime sırasında zamanla azalır.

Tepkime okunun sağ tarafındaki maddelere **ürünler** denir ve bu maddelerin kütlesi tepkime sırasında zamanla artar. Girenlerin ve ürünlerin kütle değişimi aşağıda verilmiştir (Grafik 1.1).



Grafik 1.1: Kimyasal tepkimeye ait kütle zaman grafiği

Tepkime şartları ve varsa katalizör tepkime okunda yazılır.

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[340\ atm,\ ZnO,\ Cr_2O_3]{350\ ^\circ C} CH_3OH(s)$$

Sembol veya formüllerin sağında yay ayraç içerisindeki küçük harfler maddelerin fiziksel hâllerini gösterir.

- Katı için (*k*)
- Sıvı için (*s*)
- Gaz için (*g*)
- Suda çözünmüş madde için "aqua" (*aq*) ya da (*suda*) kullanılır.

Isı alarak gerçekleşen tepkimelere **endotermik (ısıalan)**, gerçekleşirken ısı açığa çıkaran tepkimelere **ekzotermik (ısıveren)** tepkime denir.

$CaCO_3(k) + ısı \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$ (**Endotermik**)

$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + ısı$ (**Ekzotermik**)

Reaktif ve ürünlerin aynı fiziksel hâllere sahip olduğu tepkimelere **homojen tepkime**, en az birinin farklı fiziksel hâle sahip olduğu tepkimelere **heterojen tepkime** denir.

$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$ (**Homojen**)

$CaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(k)$ (**Heterojen**)

Araştırınız

Çevrenizde meydana gelen kimyasal olaylara ve bu kimyasal olayların gerçekleşmesi için gerekli şartlara örnekler veriniz.

Kimyasal tepkimelerle ilgili bazı bilgiler aşağıda verilmiştir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Kimyasal Tepkimelerde Değişen, Değişmeyen ve Değişebilen Özellikler

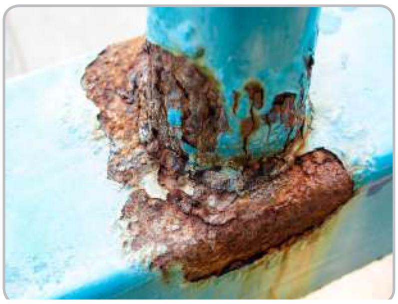
Değişen Özellikler	Değişmeyen Özellikler	Değişebilen Özellikler
• Reaktiflerdeki bağlar kırılır, ürünlerde yeni bağlar oluşur.	• Toplam kütle	• Mol sayısı
• Atomlar yeniden düzenlenerek yeni maddeler oluşturur.	• Atom sayısı ve atom türü	• Molekül sayısı
• Maddelerin kimyasal özellikleri değişir.	• Toplam yük	• Basınç
• Maddelerin fiziksel özellikleri değişir.	• Toplam elektron sayısı	• Hacim
	• Atomların proton sayısı	• Sıcaklık
	• Atomların nötron sayısı	• Fiziksel hâl
	• Çekirdek yapısı	

23. Alıştırma

Aşağıda verilen tepkimelere ait özellikleri ilgili alana "X" ile işaretleyiniz.

Tepkimeler	Homojen	Heterojen	Endotermik	Ekzotermik
a) $BaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow BaCO_3(k)$ + ısı				
b) $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ + ısı				
c) $N_2(g) + O_2(g)$ + ısı $\longrightarrow 2NO(g)$				
ç) $CaCO_3(k)$ + ısı $\longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$				
d) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$ + ısı				

1.3.3. Kimyasal Tepkime Çeşitleri



Görsel 1.8: Demirin paslanması (yavaş yanma)

Çevrenizde her an çeşitli kimyasal tepkimeler gerçekleşmektedir. Bu tepkimeleri tek tek incelemek yerine sınıflandırarak incelemek bazı kolaylıklar sağlamaktadır. Bu nedenle kimyasal tepkimeler genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

I. Yanma tepkimeleri
II. Analiz (ayrışma) tepkimeleri
III. Sentez (birleşme, oluşum) tepkimeleri
IV. Asit-baz tepkimeleri
V. Çözünme-çökelme tepkimeleri

I. Yanma Tepkimeleri



Görsel 1.9: Odunun yanması (hızlı yanma)

Yanma, maddelerin (element, bileşik, karışım) oksijenle tepkimeye girmesi şeklinde tanımlanabilir. Yanma olayı iki şekilde gerçekleşir:

Demirin ya da gümüşün kararmasında olduğu gibi alevsiz yanmalara **yavaş yanma** (oksitlenme) (Görsel 1.8) denir.

Odunun (Görsel 1.9), metan gazı ya da mutfak gazının (propan-bütan) yanmasında olduğu gibi alevli yanmalara **hızlı yanma** denir.

$$2Fe(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(k) + \text{ısı} \quad \text{(Yavaş yanma)}$$

$C_2H_5OH(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) + ısı$ (Hızlı yanma)

Yanmanın gerçekleşmesi için aşağıdaki koşullar oluşmalıdır:

- Yanıcı madde
- Yakıcı madde (oksijen)
- Tutuşma sıcaklığı (aktivasyon enerjisi)

Bütün Maddeler Yanar mı?

Bir element, oksijenle yaptığı bileşikte maksimum yükseltgenme basamağına sahipse o bileşik yanmaz. Örneğin, CO_2, SO_3, N_2O_5 bileşiklerinde bulunan merkez atomlar (C, S, N) maksimum yükseltgenme basamaklarına sahip olduklarından bu bileşikler yanmaz.

Yanma sırasında yanan maddelerdeki elementlerin oksijenli bileşikleri oluşur.

$$CS_2(k) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g) + ısı$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + ısı$$

$$2Fe(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(k) + ısı$$

$$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g) + ısı$$

Organik bileşikler tam olarak yandığında CO_2 ve H_2O açığa çıkar.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + ısı$$

$$C_5H_{10}(g) + \frac{15}{2}O_2(g) \longrightarrow 5CO_2(g) + 5H_2O(g) + ısı$$

$$C_6H_{12}(k) + 9O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g) + ısı$$

$$C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6\,H_2O(g) + ısı$$

Yukarıdaki tepkimelerde görüldüğü gibi yanma tepkimelerinde ısı açığa çıktığından ekzotermiktir. Ancak N_2 gazının yanması endotermiktir.

$$N_2(g) + O_2(g) + ısı \longrightarrow 2NO(g)$$

Yanıcı maddeler günlük hayatta çoğunlukla yakıt olarak kullanılır. Bir maddenin yakıt olarak kullanılabilmesi için yanma tepkimesi ekzotermik olmalıdır. Bunun yanında çevreye ve insan sağlığına zararının az, maliyetinin ve kül oranının düşük, kalorisinin yüksek olması yakıtlar için tercih sebebidir.

Yangın söndürmek için hangi maddeleri kullanırsınız? Yangın söndürme işleminde esas olan yanan maddenin oksijenle temasının kesilmesidir. Bir maddenin yangın söndürücü olarak kullanılabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir:

- Yanıcı olmamalı,
- Zehirli olmamalı,
- Özkütlesi havanın özkütlesinden büyük olmalıdır.

Bilgi Kutusu

Tepkimenin başlayabilmesi için gerekli olan en düşük enerji miktarına **aktivasyon enerjisi** denir.

Video Bilgi

Kimyasal Tepkime Türleri

Bilgi Kutusu



Yangın söndürücüler kuru kimyevi tozlu, köpüklü, sulu, karbon dioksitli ve kuru metal tozlu tiptedir. Yangın söndürücüler, yanan maddenin özelliklerine uygun seçilmelidir.

Ayrıca söndürücü olarak kullanılacak maddenin ekonomik olması tercih sebebidir. Bu özelliklere sahip CO_2 gazı yangın söndürücü olarak kullanılır.

II. Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Bir bileşiğin kendisini oluşturan bileşenlerine ayrılması sırasında gerçekleşen tepkimelere **analiz (ayrışma) tepkimeleri** denir. Bu tepkimelere aşağıdaki örnekler verilebilir:

$$CaCO_3(k) + ısı \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$$

$$H_2O(s) \xrightarrow{\text{Elektrik enerjisi}} H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

$$2NaHCO_3(k) + ısı \longrightarrow Na_2CO_3(k) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

Araştırınız

Kekler neden kabarır?

III. Sentez (Birleşme, Oluşum) Tepkimeleri

Birden fazla maddenin yeni özelliklere sahip bir maddeyi oluşturduğu tepkimelere **sentez (birleşme) tepkimeleri** denir. Bu tepkimelere aşağıdaki örnekler verilebilir.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) + ısı$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g) + ısı$$

$$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g) + Isı$$

Bilgi Kutusu

Analiz ve sentez tepkimeleri birbirinin tersi olan tepkimeler şeklinde düşünülebilir.

IV. Asit-Baz Tepkimeleri

Asit ve bazlar günlük hayatta olumlu ve olumsuz etkileriyle sıklıkla yer alır. Yiyeceklerden içeceklerden tutun kullandığımız ilaçlara katar kadar birçok alanda asit ve bazlar kullanılmaktadır.

Örneğin, folik asit anemisi, kandaki B9 vitamininin eksikliğinden kaynaklanır. Folat adı verilen folik asit, vücutta hem yeni alyuvar oluşumunu sağlar hem de mevcut alyuvarlara oksijen taşır. Sürekli hâlsizlik ve yorgunluk hissedilmesinin sebeplerinden biri vücuttaki folik asit eksikliğidir.

Sebze ve meyvelerde koruyucu madde olarak bulunan sitrik asit, içeceklerde ekşi tat sağlamak için de kullanılır. Aşırı sitrik asit kullanımında mide krampları, bulantı, iştah kaybı gibi rahatsızlıklar görülür.

Çaydanlıkta biriken ve enerji kaybına yol açan kireç taşının ($CaCO_3$) temizlenmesinde de asit ve bazların oluşturduğu tepkimelerden yararlanılır.

Sulu çözeltisine H^+ iyonu veren maddelere **asit**, OH^- iyonu veren maddelere ise **baz** denir.

$$HNO_3 \longrightarrow H^+(suda) + NO_3^-(suda)$$

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^-(suda) + H^+(suda)$$

$KOH \longrightarrow K^{+}(suda) + OH^{-}(suda)$

$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^{+}(suda) + OH^{-}(suda)$

Metallerin oksijenli bileşikleri genellikle bazik oksittir ve baz özelliği gösterir. Na_2O, K_2O, CaO gibi bazik oksitler su ile tepkimeye girerek bazları oluşturur.

$Na_2O(k) + H_2O(s) \longrightarrow 2NaOH(suda) \longrightarrow 2Na^{+}(suda) + 2OH^{-}(suda)$

$CaO(k) + H_2O(s) \longrightarrow Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow Ca^{2+}(suda) + 2OH^{-}(suda)$

Ametallerin oksijen bakımından zengin (oksijen sayısı ametal sayısından fazla olan) oksitleri asidik oksittir. CO_2, SO_2, N_2O_5 gibi asidik oksitler su ile tepkimeye girerek asitleri oluşturur.

$CO_2(g) + H_2O(s) \longrightarrow H_2CO_3(suda) \longrightarrow 2H^{+}(suda) + CO_3^{2-}(suda)$

$SO_3(g) + H_2O(s) \longrightarrow H_2SO_4(suda) \longrightarrow 2H^{+}(suda) + SO_4^{2-}(suda)$

$N_2O_5(g) + H_2O(s) \longrightarrow 2HNO_3(suda) \longrightarrow 2H^{+}(suda) + 2NO_3^{-}(suda)$

Sık kullanılan asit ve baz örnekleri Tablo 1.3'te verilmiştir.

Tablo 1.3: Sık Kullanılan Asit ve Bazlar

Asitler	HCl, HBr, H_2SO_4, HNO_3, CH_3COOH, HF
Bazlar	NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, NH_3

Yapısında H bulunduran her madde asit olmadığı gibi OH bulunduran da baz değildir. Örneğin,

- NH_3 bileşiği yapısında OH^- iyonu içermediği hâlde baz özelliği gösterir.
- HCOOH (formik asit), CH_3COOH (asetik asit) bileşikleri organik asit özelliği gösterir.
- CH_3CH_2OH, CH_3OH alkoldür, suya H^+ veya OH^- iyonu vermez.

Sulu ortamda gerçekleşen asit-baz tepkimelerinde tuz ve su oluşur. Bu tepkimeler aynı zamanda **nötralleşme tepkimesi**dir (Görsel 1.10).

Asit + Baz $\longrightarrow$ Tuz + Su + Isı

Örneğin,

$HNO_3(suda) + KOH(suda) \longrightarrow KNO_3(suda) + H_2O(s) + ısı$

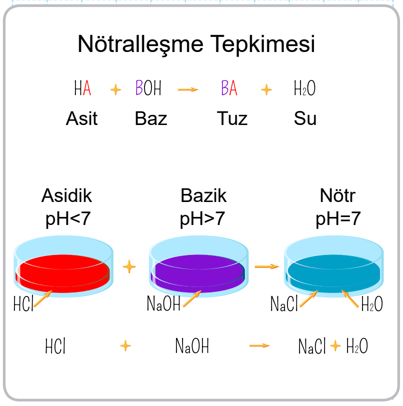
$CH_3COOH(suda) + KOH(suda) \longrightarrow CH_3COOK(suda) + H_2O(s) + ısı$

tepkimeleri hem asit-baz tepkimesi hem de nötralleşme tepkimesidir.

Nötralleşme tepkimelerinde asitten gelen H^+ iyonuyla bazdan gelen OH^- iyonu birleşerek su oluşturur. Tuz ise bazın katyonu ile asidin anyonundan oluşur. Bu tepkimelerde net iyon tepkimesi, suya göre yazılır. Verilen örneği inceleyiniz.

Bilgi Kutusu

Alkoller (CH_3OH, C_2H_5OH), yapısında –OH içermelerine rağmen baz değildir. Suda çözündüğünde OH^- iyonu vermez.



Görsel 1.10: Asit-baz tepkimesi

Bilgi Kutusu

Yapısında –COOH fonksiyonel grubu bulunduran (CH_3COOH, HCOOH vb.) asitlere **organik asit** denir.

$$HCl(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow NaCl(suda) + H_2O(s) + ısı$$

tepkimesine ait net iyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$H^+(suda) + OH^-(suda) \longrightarrow H_2O(s)$$

Bazı asit-baz tepkimelerinde su oluşmaz. Bu tepkimelerin nötralleşme tepkimesi olabilmesi için sulu ortamda gerçekleşmesi gerekir.

Bilgi Kutusu

NH_3 gibi susuz bazların asitlerle tepkimesi sulu ortamda gerçekleşiyorsa bu tepkime aynı zamanda nötralleşme tepkimesidir.

$NH_3(suda) + HCl(suda) \longrightarrow NH_4Cl(suda)$

NH_3 gibi susuz bazlar (anhidrobaz) aşağıdaki şekilde tepkime verir. Bu tepkimeler nötralleşme tepkimesi değildir.

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(k) + ısı$$

Asidik oksitler ile bazik oksitlerin tepkimesinden tuzlar oluşur.

$$CaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(k)$$

Metallerin karbonatlı bileşikleri ($CaCO_3$, Na_2CO_3 vb.) bazik özellik gösterir ve asitlerle tepkimeye girerek CO_2 gazı açığa çıkarır.

$$Na_2CO_3(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow 2NaCl(suda) + CO_2(g) + H_2O(s) + ısı$$

$$CaCO_3(k) + 2HBr(suda) \longrightarrow CaBr_2(suda) + CO_2(g) + H_2O(s) + ısı$$

Bilgi Kutusu

Asit-baz tepkimeleri

- Yer değiştirme tepkimesidir.
- Ekzotermiktir.

24. Alıştırma

Aşağıdaki tepkimeleri tamamlayarak asit-baz ya da nötralleşme tepkimesi şeklinde sınıflandırınız.

a) $HI(suda) + KOH(suda) \longrightarrow$ .... + ...

b) $HCOOH(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow$ .... + ...

c) $NH_3(g) + HBr(g) \longrightarrow$ .... + ...

V. Çözünme-Çökelme Tepkimesi

Sulu çözeltilerde gerçekleşen diğer bir tepkime türü **çözünme-çökelme tepkimesi**dir. Bu tepkimeler çoğunlukla iyonik bağlı bileşiklerin sulu çözeltileri arasında gerçekleşir. İyonik bileşikler sulu çözeltilerinde katyon ve anyon şeklinde iyonlarına ayrışır. Bu katyon ve anyonların karşılıklı yer değiştirmesiyle oluşan maddelerden çözünürlüğü fazla olan bileşik, iyonlarına ayrışmış hâlde çözeltide kalırken çözünürlüğü az olan bileşik, çökerek dipte birikir.

Bilgi Kutusu



Pamukkale travertenlerinin, mağaralardaki sarkıt ve dikitlerin oluşması çözünme-çökelme tepkimesidir.

Aşağıdaki tepkimeyi inceleyiniz.

$$Pb(NO_3)_2(suda) + 2NaI(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$$

tepkimesinin iyonik eşitliği aşağıdaki gibidir:

$$Pb^{2+}(suda) + 2NO_3^-(suda) + 2Na^+(suda) + 2I^-(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2Na^+(suda) + 2NO_3^-(suda)$$

tepkimesinde Pb^{2+} ile I^- iyonları birleşerek suda az çözünen PbI_2 iyonik katısını oluşturur ve katı hâlde kabın dibine çöker. $NaNO_3$ ise çözünürlüğü fazla olduğundan Na^+ ve NO_3^- iyonları hâlinde (seyirci iyon olarak) çözeltide kalır, hiçbir değişime uğramaz.

Bilgi Kutusu

Periyodik Cetvel'de 1A grubu elementlerinin nitratlı $(NO_3)^-$ bileşikleri suda iyi çözünür.

Çöken maddeyi oluşturan iyonlar yardımıyla net iyon denklemi aşağıdaki gibi yazılır.

$Pb^{2+}(suda) + 2I^{-}(suda) \longrightarrow PbI_2(k)$

Örnek

$AgNO_3(suda) + KBr(suda) \longrightarrow AgBr(k) + KNO_3(suda)$

Yukarıda verilen tepkimeyle ilgili,

I. Çözünme-çökelme tepkimesidir.
II. Hem katyon hem anyonlar yer değiştirmiştir.
III. Net iyon denklemi $Ag^{+}(suda) + Br^{-}(suda) \longrightarrow AgBr(k)$ şeklindedir.
IV. Seyirci iyonlar Ag^{+} ve Br^{-} iyonlarıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III

D) III ve IV E) I, II ve III

Çözüm

I. AgBr katısı çöktüğünden çözünme-çökelme tepkimesidir.
II. Çözünme-çökelme tepkimeleri yer değiştirme tepkimesidir.
III. Net iyon denklemi çöken maddeyi oluşturan iyonlara göre yazılır. Tepkime denklemi $Ag^{+}(suda) + Br^{-}(suda) \longrightarrow AgBr(k)$ olur.
IV. Seyirci iyonlar çökelmeye katılmayan K^{+} ve NO_3^{-} iyonlarıdır.

Cevap: E'dir.

Bilgi Kutusu

Çözünme-çökelme tepkimeleri katyon ve anyonların yer değiştirdiği bir yer değiştirme tepkimesidir. Bu tür tepkimeler endotermik veya ekzotermik olabilir.

25. Alıştırma

Aşağıdaki tepkimelerden hangileri çözünme/çökelme tepkimesidir?

I. $Pb(NO_3)_2(suda) + 2NaBr(suda) \longrightarrow PbBr_2(k) + 2NaNO_3(suda)$
II. $Mg(k) + H_2SO_4(suda) \longrightarrow MgSO_4(suda) + H_2(g)$
III. $CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$
IV. $2HNO_3(suda) + Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow Ca(NO_3)_2(suda) + 2H_2O(s)$

Cevap

26. Alıştırma

Aşağıdaki tepkimelerin türlerini yazınız.

I. $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

II. $Ca(OH)_2(suda) + 2HF(suda) \longrightarrow CaF_2(suda) + 2H_2O(s)$

III. $AgNO_3(suda) + KBr(suda) \longrightarrow AgBr(k) + KNO_3(suda)$

IV. $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

V. $CaCO_3(k) \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

Cevaplar

27. Alıştırma

$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ tepkimesiyle ilgili,

I. Yanma tepkimesidir.

II. Sentez tepkimesidir.

III. Homojen fazda gerçekleşen tepkimedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

Cevap

28. Alıştırma

Aşağıda verilen

I. Yağmurun yağması

II. Koyu renkli elbiselerin güneş ışığına maruz kalınca zamanla solması

III. Demir metalinin paslanması

olaylarının hangilerinde kimyasal tepkime gerçekleşir?

Cevap

DENEY

DENEYİN ADI

Kurşun (II) İyodür Çöktürme

DENEYİN AMACI

Çözünme-çökelme tepkimelerinin nitel olarak incelenmesi

ARAÇ VE GEREÇLER

- 50 mL'lik 2 adet beherglas
- 500 mL'lik 1 adet beherglas
- Büyük cam huni
- Saat camı
- 200 mL'lik 2 adet beherglas
- 0,5 g kurşun(II) nitrat
- 0,5 g sodyum iyodür
- Süzgeç kâğıdı
- Buz banyosu
- İspirto ocağı
- Sacayak
- Amyant tel

DENEYİN YAPILIŞI



1. 50 mL'lik beherglaslardan birine 20 mL su doldurarak içerisinde 0,5 g kurşun(II) nitrat, diğer beherglasa ise 20 mL su doldurarak içerisinde 0,5 g sodyum iyodür çözünüz.
2. Bu iki çözeltiyi 500 mL'lik beherglas içerisinde karıştırınız.
3. Oluşan sarı renkli çökeleğin çözünmesini sağlamak için ispirto ocağında ısıtınız ve çözeltiye çözününceye kadar su ekleyiniz.
4. Kaynamakta olan çözeltiyi, süzgeç kâğıdı ve huni yardımıyla başka bir beherglasa süzünüz.
5. Süzüntünün bulunduğu beherglası buz banyosu içinde soğutarak süzüntüdeki maddeyi kristallendiriniz.
6. Kristallenen maddeyi süzgeç kâğıdı ve huni yardımıyla başka bir beherglasa süzünüz.
7. Süzülen kristalleri saat camı üzerinde kurutunuz.

DENEYİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1. Çöken sarı maddenin formülünü ve tepkimenin net iyon denklemini yazınız.
2. Tepkimedeki seyirci iyonlar hangileridir?

4. BÖLÜM

KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

Konular

Anahtar Kavramlar

- Sınırlayıcı bileşen
- Yüzde verim

Kandaki hemoglobinde bulunan Fe^{2+} iyonu, toplam altı bağ yapar. Bu bağlardan dördü azot atomlarıyla, biri globin proteiniyle yapılır. Altıncı bağ ise yüksek basınçlı ortamda O_2, düşük basınçlı ortamda CO_2 molekülleriyle oluşur. Solunan havada CO gazı varsa altıncı bağ CO gazı ile çok kuvvetli bir bağ yapar. Bu durum hemoglobinin oksijen taşımasını engeller. Dokulara yeteri kadar oksijen taşınmadığından organlar görevlerini yapamaz. Karbon monoksit zehirlenmesi denilen bu durum, ciddi sağlık sorunlarına neden olur.

Görüldüğü gibi maddeler birbirleriyle hep aynı tepkimeyi vermez. Ortamın şartlarına, maddelerin derişimine göre tepkimenin ve oluşturacağı ürünün cinsi değişir.

Bu bölümde kimyasal tepkimeleri çeşitli gruplara ayırarak hesaplamaların nasıl yapıldığını görecek; kütle, mol, atom sayısı, molekül sayısı ve hacim kavramlarını birbirleriyle ilişkilendirerek hesaplamalar yapacaksınız. Ayrıca sınırlayıcı bileşen ve yüzde verim hesaplamalarını öğreneceksiniz.



1.4.1. Denklemli Miktar Geçiş Hesaplamaları

Kimyasal tepkimeleri kimyasal eşitliklerle göstermeyi öğrendiniz. Bu bölümde kimyasal tepkimelerde yer alan türler arasında nicel bağıntılar kurmak için tepkime denklemini nasıl kullanacağınızı ve mol kavramını kullanarak problemleri nasıl çözeceğinizi öğreneceksiniz.

Kimyasal tepkimelerde maddelerin katsayıları göz önünde bulundurularak kütle, mol, molekül sayıları hesaplanabilir. Aynı koşullara bağlı kalınarak gazların hacim hesaplamaları da yapılabilir.

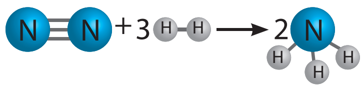
Artansız gerçekleşen tepkimelerde reaktiflerin tamamı, tam verimli tepkimelerde ise reaktiflerden en az biri tükenir. Tükenen bu maddeye **sınırlayıcı reaktif (sınırlayıcı bileşen)** denir.

Tükenmeyen reaktifin bulunduğu tepkimelere **artanlı tepkime**, tükenmeyen reaktife ise **artan madde** denir.

Kimyasal hesaplamalar yapılırken şunlara dikkat edilir:

- Tepkime denklemi yazılarak denkleştirilir.
- Sınırlayıcı bileşen belirlenir ve hesaplama sınırlayıcı bileşene göre yapılır.
- Bir madde için "aşırı miktarda" ifadesi kullanılıyorsa bu madde tükenmeyen yani artan maddedir.
- Maddeler için "yeteri kadar" ifadesi kullanılıyorsa tepkimeye giren maddelerin tamamının tükendiği anlaşılır. Bu tepkime, artansız gerçekleşen bir tepkimedir.

Kimyasal denklemdeki katsayılar, reaktiflerin tepkimeye girme ve ürünlerin oluşma oranları hakkında bilgi verir (Tablo 1.4). Buna göre NH_3 bileşiğinin (amonyak) oluşum denklemini inceleyiniz (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Amonyak bileşiğinin oluşumunun top çubuk modeliyle gösterilmesi

Tablo 1.4: Denklem Katsayılarının Yorumu

Özellik \ Tepkime	$N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ ⟶	$2NH_3(g)$
Mol Sayısı (n)	1 mol	3 mol	2 mol
Basınç (Sıcaklık ve hacim sabit)	P atm	3P atm	2P atm
Hacim (Sıcaklık ve basınç sabit)	V litre	3V litre	2V litre
Tanecik Sayısı	N_A tane	$3N_A$ tane	$2N_A$ tane

Bilgi Kutusu

Denklem katsayılarının hacim ve basınç türünden yorumlanabilmesi için maddelerin gaz hâlinde olması gerekir.

Örnek

2 mol Al katısı ve 1,5 mol O_2 gazının artansız tepkimesinden 1 mol Al_2O_3 katısı oluşmaktadır. **Buna göre tepkime denklemini yazınız.**

Çözüm

$$2Al(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Al_2O_3(k)$$

29. Alıştırma

Tarımda ve sanayide kullanılan önemli bir kimyasal olan kükürtten elde edilen kükürt trioksit (SO_3) gazı, özellikle sülfürik asit üretiminde kullanılmaktadır.



0,2 mol S katısıyla 0,3 mol O_2 gazı tepkimeye girip 0,2 mol SO_3 gazı oluşturmaktadır. Elde edilen SO_3 gazının su ile tepkimesinden 0,2 mol H_2SO_4 oluşmaktadır.

Buna göre S elementinden SO_3; SO_3 ve H_2O bileşiklerinden H_2SO_4 bileşiğinin elde edilme tepkime denklemlerini yazınız.

Cevap

Örnek

$$CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$$

tepkimesinin artansız gerçekleşmesi sonucu 8,8 g CO_2 gazı elde edilmektedir. **Buna göre,**

a) **Kaç gram CS_2 gazı harcanmıştır?**

b) **Normal koşullarda kaç litre O_2 gazı harcanmıştır?**

c) **Toplam kaç gram ürün elde edilmiştir?**

ç) **Normal koşullarda hacim değişimi kaç litredir?**

(C: 12, S: 32, O: 16)

Çözüm

Önce CO_2 gazının mol kütlesi hesaplanır.

$M_A = C + 2.O = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ g/mol

1 mol $CO_2(g)$	44 g ise
n	8,8 g'dır.

n = 0,2 mol bulunur.

a) $CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$ denklem katsayılarına göre

1 mol $CO_2(g)$ için 1 mol $CS_2(g)$ harcanırsa
0,2 mol $CO_2(g)$ için n

n = 0,2 mol $CS_2(g)$ harcanır.

CS_2 gazının mol kütlesi: C + 2·S = 12 + 2·32 = 76 g/mol

1 mol $CS_2(g)$ 76 g ise
0,2 mol $CS_2(g)$ m

m = 15,2 g bulunur.

b) 1 mol $CO_2(g)$ için 3 mol $O_2(g)$ harcanırsa
0,2 mol $CO_2(g)$ için n

n = 0,6 mol $O_2(g)$ harcanır.

1 mol $O_2(g)$ normal koşullarda 22,4 L ise
0,6 mol $O_2(g)$ V

V = 13,44 L bulunur.

c) 1 mol $CO_2(g)$ oluştuğunda 2 mol $SO_2(g)$ oluşursa
0,2 mol $CO_2(g)$ oluştuğunda n

n = 0,4 mol SO_2 gazı oluşur.

1 mol $SO_2(g)$ 64 g ise
0,4 mol $SO_2(g)$ m

m = 25,6 g bulunur.

Toplam ürün kütlesi = $m_{CO_2} + m_{SO_2}$

8,8 + 25,6 = 34,4 g bulunur.

ç) Sabit basınçlı sistemlerde gerçekleşen bir tepkimede hacim değişimi reaktif ve ürünlerde yer alan gazların mol sayılarının farkıyla doğru orantılıdır.

$CS_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$

Tepkimede 4 mol gaz tepkimeye girmiş 3 mol gaz çıkmıştır. Bu 1 mollük azalma normal koşullarda 22,4 L hacime eşittir.

1 mol $CO_2(g)$ oluştuğunda 22,4 L azalırsa
0,2 mol $CO_2(g)$ oluştuğunda V

V = 4,48 L azalır.

30. Alıştırma

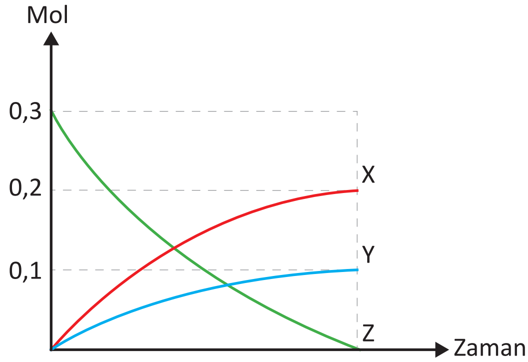
0,4 mol C_2H_6 ve yeterince O_2 gazı reaksiyona girdiğinde oluşan CO_2 gazının kütlesi kaç gramdır?

(C: 12, O: 16, H: 1)

Cevap

Örnek

Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimede maddelerin mol sayılarının zamanla değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Grafiğe göre tepkime denklemini yazınız.

Çözüm

Mol sayısı azalan madde reaktif, artan madde üründür. Grafiğe göre Z gazı reaktif, X ve Y gazları üründür.

Harcanan ve oluşan maddelerin mol miktarları arasındaki en basit tam sayılarla ifade edilen oran, tepkimedeki her bir maddenin katsayısı olarak yazılır. Böylece tepkime denklemi

$3Z(g) \longrightarrow 2X(g) + Y(g)$ şeklinde olur.

Örnek

Demir (Fe) metalinin nemli ortamda O_2 gazıyla tepkimeye girmesi yavaş yanma tepkimesidir. Bu tepkimede oluşan Fe_2O_3 bileşiği halk arasında pas olarak bilinir.

$$2Fe(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(k)$$

tepkimesine göre Fe metalinin üzerine yeteri kadar O_2 gazı gönderildiğinde Fe metali paslanarak katı kütlesi 4,8 g artmaktadır. **Buna göre harcanan Fe metali kaç gramdır?**

(Fe: 56, O: 16)

Çözüm

Katı kütlesindeki artış, tepkimeye giren O_2 gazının kütlesi kadardır. Kütle 4,8 g arttığına göre harcanan O_2 gazı 4,8 g'dır.

1 mol $O_2(g)$ 32 g ise
x 4,8 g'dır.
x = 0,15 mol O_2 gazıdır.

Tepkime denklemine göre 2 mol Fe katısı 1,5 mol O_2 gazı ile birleşmektedir. Buna göre,

2 mol Fe(*k*) 1,5 mol $O_2(g)$ ile birleşirse
x 0,15 mol $O_2(g)$ ile birleşir.
x = 0,2 mol Fe katısıdır.

1 mol Fe(*k*) 56 g ise
0,2 mol Fe(*k*) x
x = 11,2 g Fe katısı harcanmıştır.

1.4.2. Sınırlayıcı Bileşen Hesaplamaları

Kimyasal tepkimelerde tepkimeye giren maddelerden en yüksek miktarda ve verimde bileşikler elde etmek amaçlanır. Bu da tepkimeye girecek maddelerin tamamen kullanılmasıyla (artansız tepkimesiyle) mümkündür. Ancak tepkime esnasında, reaksiyona giren maddeler her zaman artansız tepkime vermeyebilir. Maddelerin bir kısmı tamamen tükenirken bir kısmı artabilir. Tepkimede tamamen tükenen maddeye **sınırlayıcı bileşen** denir.

Laboratuvarda deneyler yapılırken kullanılan malzemeler, araç-gereç ve ham maddenin belirli bir maliyetinin olduğu unutulmamalıdır. Çoğu zaman bir an önce deneye geçmek amacıyla aceleci davranmanın bazı olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olduğu unutulmamalıdır.

Laboratuvarda deney yapılırken reaktif miktarları titizlikle hesaplanmalı, kimyasal maddelerin saklandığı kapların ağzı kapalı tutularak bozulmaları önlenmelidir.

Sınırlayıcı bileşen hesaplanırken aşağıdaki kurallar sırasıyla uygulanmalıdır:

1. Tepkime denklemi yazılarak denkleştirilir.
2. Reaktiflerin katsayılarının verilen mol sayılarına oranı bulunur. Oranı en küçük bileşen sınırlayıcı bileşendir.
3. Sınırlayıcı bileşen bulunduktan sonra işlemler sınırlayıcı bileşenin oranına göre yapılır.

Bilgi Kutusu

Endüstride pahalı reaktifin tepkimeye tamamen girmesi sağlanarak maliyeti düşürmek amaçlanır. Bunun için de ucuz reaktif fazla miktarda kullanılır. Böylece pahalı reaktifin tükenmesi sağlanır.

Araştırınız

Ağzı açık bırakılan kaplardaki kimyasal maddeler neden bozulur?

Örneğin, 4 mol N_2 ve 15 mol H_2 gazlarının

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

tam verimli tepkimesinde sınırlayıcı bileşen aşağıdaki gibi bulunur:

Azot ve hidrojen gazlarının denklemdeki katsayılarıyla soruda verilen mol sayıları arasındaki katlara bakıldığında N_2 gazının 4 katı, H_2 gazının 5 katı madde kullanıldığı görülmektedir. Katı küçük olan madde önce tükeneceğinden sınırlayıcı bileşendir. Bu tepkimede sınırlayıcı bileşen N_2 gazıdır. Harcanan ve oluşan miktarları bulmak için denklemdeki maddelerin katsayıları 4 ile çarpılır.

	$N_2(g)$ (4 kat)	+ $3H_2(g)$ (5 kat)	$\longrightarrow$ $2NH_3(g)$
Başlangıç:	4 mol	15 mol	-
Değişim:	-4 mol	-12 mol	+8 mol
Son Durum:	-	3 mol	8 mol

Örnek

4 mol H_2 gazıyla 6 mol O_2 gazı kullanılarak tam verimle H_2O gazı elde edilmektedir. **Buna göre,**

a) **Sınırlayıcı bileşen hangisidir?**
b) **Hangi maddeden kaç mol artar?**

Çözüm

	$2H_2(g)$ (2 kat)	+ $O_2(g)$ (6 kat)	$\longrightarrow$ $2H_2O(g)$
Başlangıç:	4 mol	6 mol	-
Değişim:	-4 mol	-2 mol	+4 mol
Son Durum:	-	4 mol	4 mol

a) H_2 gazı sınırlayıcı bileşendir.
b) O_2 gazından 4 mol artar.

Örnek

$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre 2,8 g N_2 ve 1,8 g H_2 gazları tam verimle tepkimeye girmektedir. **Buna göre sınırlayıcı bileşen hangisidir ve hangi maddeden kaç gram artar?** (N: 14, H: 1)

Çözüm

Kütlesi verilen reaktiflerin mol sayıları bulunarak tepkime denklemindeki katsayılarla kıyaslanır ve sınırlayıcı bileşen bulunur.

1 mol $N_2(g)$	28 g ise
x	2,8 g'dır.

x = 0,1 mol N_2 gazıdır.

1 mol $H_2(g)$	2 g ise
x	1,8 g'dır.

x = 0,9 mol H_2 gazıdır.

	$N_2(g)$	+ $3H_2(g)$	$\longrightarrow$ $2NH_3(g)$
	0,1 kat	0,3 kat	
Başlangıç:	0,1 mol	0,9 mol	-
Değişim:	-0,1 mol	-0,3 mol	+0,2 mol
Son Durum:	-	0,6 mol	0,2 mol

N_2 gazı sınırlayıcı bileşen olur ve H_2 gazından 0,6 mol artar.

1 mol $H_2(g)$	2 g ise
0,6 mol $H_2(g)$	x

x = 1,2 g H_2 gazı artar.

Örnek

6,4 g CH_4 ve 6,4 g O_2 gazlarının tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

Tepkime tam verimle gerçekleştiğine göre hangi maddeden kaç gram artar?

(C: 12, O: 16, H: 1)

Çözüm

1 mol $CH_4(g)$	16 g ise
x	6,4 g'dır.

x = 0,4 mol CH_4 gazıdır.

1 mol $O_2(g)$	32 g ise
x	6,4 g'dır.

x = 0,2 mol O_2 gazıdır.

	$CH_4(g)$ +	$2O_2(g)$ $\longrightarrow$	$CO_2(g)$ +	$2H_2O(g)$
	0,4 kat	0,1 kat		
Başlangıç:	0,4 mol	0,2 mol	-	-
Değişim:	-0,1 mol	-0,2 mol	+0,1 mol	+0,2 mol
Son durum:	0,3 mol	-	0,1 mol	0,2 mol

Artan gaz 0,3 mol CH_4 gazı olduğundan

1 mol $CH_4(g)$	16 g ise
0,3 mol $CH_4(g)$	x

x = 4,8 g CH_4 gazı artar.

Bilgi Kutusu



Propan, kimyasal formülü C_3H_8 olan bileşiktir. Normal sıcaklık ve basınçta gaz hâlinde bulunan propan, kokusuzdur ve bütan gazı ile karıştırılarak mutfak tüplerinde kullanılır. Gaz kaçağının anlaşılabilmesi için karışıma koku eklenir. Bu koku çürük sarımsak, çürük lahana ya da bozuk yumurta kokusuna benzemektedir.

Örnek

Sabit sıcaklık ve sabit basınç altında eşit mol sayılı C_3H_8 ve O_2 gazları tepkimeye girmektedir.

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

Tepkime sonlandığında 0,6 mol CO_2 gazı oluştuğuna göre artan madde kaç gramdır?

(H: 1, C: 12, O: 16)

Çözüm

Soruda eşit mol sayılı denildiğinden reaktiflerden katsayısı büyük olanla orantılı olarak 5a mol C_3H_8, 5a mol O_2 gazları alınır.

	$C_3H_8(g)$ +	$5O_2(g)$ ⟶	$3CO_2(g)$ +	$2NH_3(g)$
	5a kat	a kat		
Başlangıç:	5a mol	5a mol		
Değişim:	- a mol	-5a mol	+3a mol	+2a mol
Son durum:	4a mol	-	3a mol	2a mol

Oluşan CO_2 gazı 0,6 mol olduğundan

3a = 0,6

a = 0,2 bulunur. 4a = 0,8 olur.

Buna göre 0,8 mol C_3H_8 gazı artar.

1 mol C_3H_8 molekülü	44 g ise
0,8 mol C_3H_8 molekülü	m

m = 35,2 g C_3H_8 gazı artar.

31. Alıştırma

$$Fe(k) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow FeO(k)$$

tepkimesine göre 11,2 g Fe katısıyla 6,4 g O_2 gazı tam verimle FeO katısını oluşturmaktadır. **Buna göre hangi maddeden kaç gram artar?**

(Fe: 56, O: 16)

Cevap

1.4.3. Yüzde Verim Hesaplamaları

Bir tepkimede oluşan veya oluşması beklenen madde miktarına **verim** denir.

Genel olarak iki çeşit verim vardır: Bir tepkimede verilen miktarlardan yola çıkılarak elde edileceği öngörülen ürün miktarına **kuramsal (teorik) verim**, deneysel olarak gerçekleşen ve tepkime sonucu elde edilen ürün miktarına **gerçek (deneysel) verim** denir.

Kuramsal verim, gerçek verimden çoğunlukla büyüktür. Bir tepkimenin kuramsal verimi sınırlayıcı bileşene göre hesaplanır.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \cdot 100$$

Bir tepkimenin yüzde verimi %100 çıkmışsa tepkime tam verimlidir, çıkmamışsa tam verimli değildir. Tam verimli olmayan tepkimelerde gerçek verim kuramsal verimden küçüktür.

Bilgi Kutusu

Gerçek ve kuramsal verim birbirine eşit olursa tepkime tam verimli gerçekleşmiştir.

Örnek

$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$ tepkimesinde 96 g S katısıyla 64 g O_2 gazı tepkimeye girdiğinde 16 g SO_2 gazı elde edilmektedir.

Buna göre kuramsal, gerçek ve yüzde verimi hesaplayınız.

(S: 32, O: 16)

Çözüm

$SO_2 = (S) + 2 \cdot (O) = (32) + 2 \cdot (16) = 64$ g/moldür.

Tepkimeye göre sınırlayıcı bileşen bulunur.

32 g $S(k)$ dan — 64 g $SO_2(g)$ elde ediliyorsa
96g $S(k)$ dan — x

x = 192 g $SO_2(g)$ elde edilir.

32 g $O_2(g)$ dan — 64 g $SO_2(g)$ elde ediliyorsa
64 g $O_2(g)$ dan — y

y = 128 g $SO_2(g)$ elde edilir.

Elde edilebilecek maksimum ürün miktarı hesaplandığında O_2 gazından elde edilen miktarın daha az olduğu görülmektedir. Buna göre sınırlayıcı bileşen O_2 gazıdır ve kuramsal verim 128 g'dır.

Tepkime sonucu oluşan ürün miktarı 16 g olduğundan gerçek verim de 16 g'dır. O hâlde

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \cdot 100$$

$$\text{Yüzde verim} = \frac{16}{128} \cdot 100 = \%12,5 \text{ bulunur.}$$

Örnek

$$KClO_3(k) \longrightarrow KCl(k) + \frac{3}{2}O_2(g)$$

Yukarıdaki tepkimeye göre 244 g $KClO_3$ katısı ağzı açık kapta yeteri kadar ısıtıldığında 24 g O_2 gazı oluşmaktadır. **Buna göre tepkimenin yüzde verimini hesaplayınız.**

(O: 16, $KClO_3$: 122)

Çözüm

1 mol $KClO_3$ katısı 122 g ise
n 244 g

n = 2 mol $KClO_3$ katısı

1 mol $KClO_3$ katısından 1,5 mol O_2 gazı oluşursa
2 mol $KClO_3$ katısından n

n = 3 mol O_2 gazı oluşur.

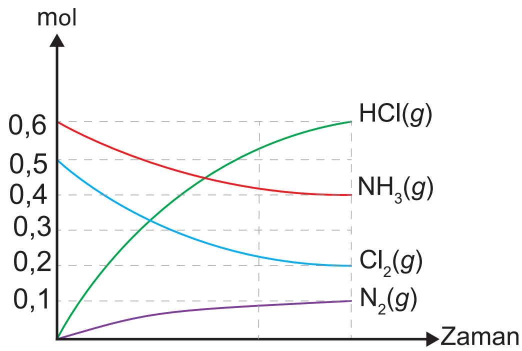
1 mol O_2 gazı 32 g
3 mol O_2 gazı x

x = 96 g O_2 gazı bulunur.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \cdot 100$$

$$\text{Yüzde Verim} = \frac{24}{96} \cdot 100 = \%25 \text{ bulunur.}$$

Örnek



Bir kimyasal tepkimede maddelerin mol sayılarının zamanla değişim grafiği yukarıdaki gibidir. **Buna göre,**

a) **Tepkimede molekül sayısı korunmuş mudur?**

b) **Tepkime sonunda kaç mol ürün oluşmuştur?**

c) **Tepkimenin verimini hesaplayınız?**

ç) **Tepkimenin artansız gerçekleşmesi için kaba hangi madde- den kaç mol eklenmelidir?**

Çözüm

Tepkime denklemi yazılır.

	$2NH_3(g)$	+ $3Cl_2(g)$	⟶ $N_2(g)$	+ $6HCl(g)$
Başlangıç:	0,6 mol	0,5 mol	...	...
Değişim:	-0,2 mol	-0,3 mol	+0,1 mol	+0,6 mol
Son durum:	0,4 mol	0,2mol	0,1 mol	0,6 mol

a) Başlangıçta kapta toplam 1,1 mol (0,6 mol NH_3 + 0,5 mol Cl_2) madde bulunmaktadır. Son durumda toplam 1,3 mol (0,4 NH_3 + 0,2 mol Cl_2 + 0,1 mol N_2 + 0,6 mol HCl) madde bulunduğuna göre molekül sayısı korunmamıştır.

b) Kapta son durumda 0,1 mol N_2 gazı ve 0,6 mol HCl gazı bulunur. Yani toplam 0,7 mol ürün bulunur.

c) Önce sınırlayıcı bileşen bulunur. Cl_2 gazı sınırlayıcı bileşen olduğundan verim Cl_2 gazına göre hesaplanır.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \cdot 100$$

$$\text{Yüzde verim} = \frac{0,3}{0,5} \cdot 100 = \%60 \text{ bulunur.}$$

ç) Cl_2 gazı sınırlayıcı bileşen olduğundan ilk tükenen Cl_2 gazı olacaktır. Tepkimenin artansız olması için kaba, sınırlayıcı bileşen olan Cl_2 gazı eklenmelidir. Denklem katsayılarına göre 0,6 mol NH_3 gazının tükenmesi için 0,9 mol Cl_2 gazı gerekir. Başlangıçta 0,5 mol Cl_2 gazı bulunduğundan kaba 0,4 mol Cl_2 gazı eklenmelidir.

32. Alıştırma

$CaCO_3(k) \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

tepkimesinde 200 g saf $CaCO_3$ katısı ısıtılarak ayrıştırılmaktadır. **Normal koşullarda 11,2 L CO_2 gazı oluştuğuna göre bu tepkimenin yüzde verimini hesaplayınız?**

(C: 12, O: 16, Ca: 40)

Cevap

33. Alıştırma

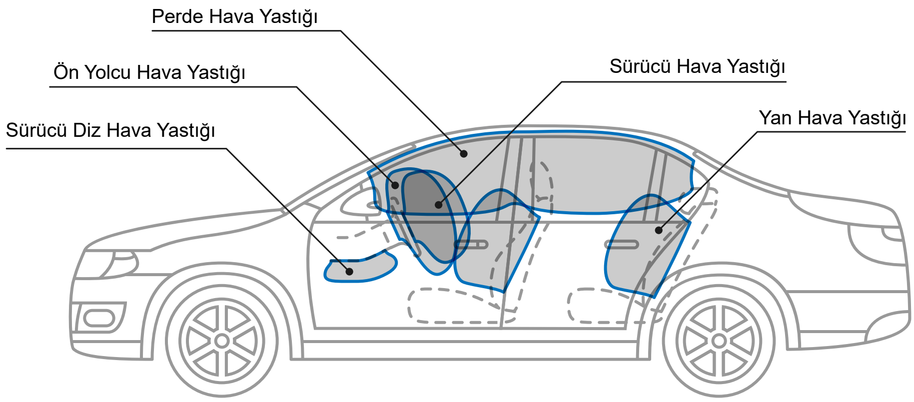
$2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

tepkimesine göre 0,8 mol NH_3 gazının %25'i parçalandığı anda kapta toplam kaç mol gaz bulunur?

Cevap

OKUMA PARÇASI

HAVA YASTIĞI SİSTEMİ



Araçlarda kaza anında sürücü ve yolcuları çarpmaların etkilerinden korumak amacıyla geliştirilen hava yastığı sistemi 50 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Hava yastığı sistemi için yapılan ilk çalışmalarda sıkıştırılmış veya ısıtılmış hava, sıkıştırılmış azot, freon ve karbon dioksit gibi gazlar kullanılmıştır. Ancak bu ilk denemelerde hava yastıklarının şişmesini sağlayan gazın temini, hava yastıklarının araca monte edilmesi gibi işlemler için oldukça büyük sistemlere gereksinim duyulmuştur. Otomobil hava yastıklarında sıkıştırılmış oksijeni ilk defa 1953 yılında John Hetrick (Can Hetrik) kullanmıştır. 1968'de John Pietz (Can Pitz) adlı kimyacı sodyum azid ve bir metalik oksit karışımı kullanarak sıkıştırılmış gaz yerine "katı itici" kullanımına öncülük etmiştir. Bu çalışma ile ilk defa katı bir karışımdan azot gazı üretilmiştir. Karışımdaki sodyum azid (NaN_3) çok zehirli bir katı madde olduğundan hava yastığı sistemlerinde kullanılmak üzere sızdırmazlığı çok yüksek çelik veya alüminyum kaplar geliştirilmiştir. Önceki büyük sistemlerin yerini alan bu daha basit sistem, hava yastıklarını daha ekonomik hâle getirmiştir. Bu sayede uzun süreden beri kullanılan ön hava yastıklarına ek olarak sürücü ve yolcuları yandan çarpmalara karşı koruyacak yan hava yastıkları yaygınlaşmıştır.

Hava Yastığı Nasıl Çalışır?

Hava yastıkları, emniyet kemerine ek olarak tasarlanmış bir sistem olduğundan bu sisteme "Yardımcı Engelleme Sistemi" şeklinde dilimize çevrilebilecek olan "Suplemental Restraint System" (SRS) adı verilmiştir. Hava yastığı belli bir hızın üzerinde (genellikle 20-25 km/s) gerçekleşen çarpışmalarda devreye girecek şekilde ayarlanır. Örneğin, 10 km/s hızla gerçekleşen bir çarpışmada hava yastığının devreye girmesini gerektirecek bir tehlike söz konusu olmadığından hava yastığı çalışmaz. Bu durumda emniyet kemeri yeterli korumayı sağlayabilir.

Bir hava yastığı sistemi üç parçadan oluşur.

1. Katlanıp direksiyon içine ve diğer uygun konumlara yerleştirilmiş ince naylon bir yastık
2. Kaza anında çarpmayı algılayan ve elektrik devresini kapatan algılayıcı (sensör)
3. Reaksiyona girdiğinde çok fazla miktarda sıcak azot gazı çıkararak yastığın şişmesini sağlayacak ve reaksiyon kalıntılarını zararsız bileşiklere dönüştürecek olan kimyasal maddeler içeren şişme sistemi

Hava yastığı sisteminin parçaları ve çalışma mekanizması aşağıda gösterilmiştir.



Gaz Üreticisindeki Kimyasal Reaksiyonlar

Gaz üretici katı madde NaN_3, KNO_3 ve SiO_2 karışımıdır. Çarpışma anında yastığın şişmesini sağlayan üç aşamadan oluşan bir kimyasal reaksiyon zinciri başlar.

1. Algılayıcı, çarpmayı algıladığında şişme sistemine bir elektriksel itki (impuls) göndererek sistemdeki sodyum azidin (NaN_3) parçalanıp miktarı önceden hesaplanmış azot gazını açığa çıkarmasını sağlar.

$$2NaN_3(k) \xrightarrow{300\ ^\circ C} 2Na(k) + 3N_2(g)$$

2. İlk reaksiyonda yanıcı ve patlayıcı bir element olan sodyum da ortaya çıkmaktadır. Bu elementin zararsız hâle getirilmesi için ikinci bir kimyasal reaksiyona ihtiyaç vardır. Bu işlem potasyum nitratla (KNO_3) gerçekleştirilir. Böylece aynı zamanda şişmeyi sağlayacak ilave bir miktar azot gazı da elde edilmiş olur.

$$10Na(k) + 2KNO_3(suda) \longrightarrow K_2O(k) + 5Na_2O(k) + N_2(g)$$

3. Son aşamada potasyum oksit ve sodyum oksit ($K_2O + 5\ Na_2O$) karışımı, sistemde bulunan silisyum dioksit (SiO_2) ile reaksiyona girer. Böylece karışım zararsız, güvenli ve yanmayan alkali silikata (cam) dönüşür.



Bu kimyasal reaksiyonlar tetiklendiğinde hava yastığının azot gazıyla dolması, direksiyondan veya kontrol panelinden hızla fırlayarak kişiye sağlam ve koruyucu bir yastık hâline gelmesi 0,1 saniyeden daha az bir zamanda gerçekleşir. Azot gazı üretimi sona erdiğinde gaz molekülleri yastıktaki deliklerden boşalır, yastığın basıncı düşer ve yastık yumuşak bir örtü hâlini alır. Bu süre 1-2 saniye kadardır. Sürenin bu kadar kısa olmasının nedeni çarpışmadan sonra aracın hareketine devam edebileceği varsayımıdır. Bu kısa süre sürücünün etrafını görmesine ve en kısa zamanda direksiyon kontrolünü sağlamasına imkân tanır.

Ülkemizde yaşanan ölümlü trafik kazalarının büyük bir bölümü sürücü ve yolcuların emniyet kemeri takmamalarından kaynaklanmaktadır. Yasal zorunluluğu ve cezai yaptırımlarına rağmen sürücülerin birçoğu emniyet kemeri kullanımını alışkanlık hâline getirmemiştir. Oysa trafik kazalarında çoğunlukla emniyet kemeri kurtarıcı olmaktadır. Bu nedenle yolculuk esnasında emniyet kemeri daima takılmalı ve buna uymayanlar uyarılmalıdır.

(Kaynak: http://www.bayar.edu.tr/besergil/hava_yastigi.pdf. Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

endotermik	ekzotermik	Dalton	mol kütlesi	sentez	22,4
sınırlayıcı bileşen	$\frac{3}{5}$	Lavoisier	akb	artansız	Avogadro
homojen	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	$\frac{4}{3}$	birleşme oranı	yanma	analiz

1. Kütlenin korunumu kanunu ………………………………. tarafından bulunmuştur.

2. Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütlece ………………………………. sabittir.

3. Avogadro sayısı ………………………………. tür.

4. 1 mol maddenin kütlesine ………………………………. denir.

5. Bir maddenin oksijenle tepkimeye girmesine ………………………………. denir.

6. Gerçekleşirken dışarıya ısı veren tepkimelere ………………………………. tepkime denir.

7. Reaktif ve ürünlerin aynı fiziksel hâlde olduğu tepkimeye ………………………….. tepkime denir.

8. C_3H_8 ve C_5H_{10} bileşiklerinde H atomları arasındaki katlı oran ………………………………. tür.

9. 1 tane $^{12}_{6}C$ izotopunun kütlesinin $\frac{1}{12}$ sine bir ………………………………. denir.

10. Bir tepkimenin sonlanmasına sebep olan reaktife ………………………………. denir.

B) Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

		Eşleştirme
11. Gerçek atom kütlesi	**a)** Bir tane atomun akb cinsinden kütlesi	
12. J. Dalton	**b)** Reaksiyona giren madde	
13. Normal koşullar	**c)** İzotopların doğada bulunma yüzdelerine göre hesaplanan kütle	
14. Nötralleşme tepkimesi	**ç)** Katlı oranlar kanunu	
15. Reaktif	**d)** Bir tane atomun gram cinsinden kütlesi	
16. Analiz	**e)** Bağıl atom kütlesi için ilk referans madde	
17. Bağıl atom kütlesi	**f)** 0 °C sıcaklık, 1 atm basıncın olduğu şartlar	
18. İzotop atom	**g)** Sulu ortamdaki asit-baz tepkimeleri	
19. Hidrojen atomu	**ğ)** Büyük moleküllerin küçük moleküllere parçalanması	
20. Ortalama atom kütlesi	**h)** Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı atomlar	

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

21. 0,2 mol H_2 ve 0,4 mol O_2 gazlarının tam verimle tepkimesinden su oluşmaktadır. Bu tepkimeyle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) **Sınırlayıcı madde hangisidir?**

b) **Hangi maddeden kaç mol artar?**

c) **Kaç gram su oluşur?**

(H: 1, O: 16)

Cevaplar

22. Aşağıdaki tepkime denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde oksijenin katsayısı kaç olur?

$C_7H_{14}(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(s)$

Cevap

23. m g Al ve 3,2 g S katıları tam verimle tepkimeye girmiştir. Tepkime sonunda 5 g Al_2S_3 katısı oluşmuş, 4,2 g Al katısı artmıştır. **Buna göre m değeri kaçtır?**

(Al: 27, S: 32)

Cevap

24. Karbon ile hidrojen elementleri arasında oluşan iki farklı bileşikle ilgili bilgiler aşağıdaki gibidir.

	Karbon Kütlesi (g)	Hidrojen Kütlesi (g)	Oluşan Bileşik Formülü
I. Bileşik	9	2	C_3H_8
II. Bileşik	7	1	?

I. bileşiğin formülü C_3H_8 olduğuna göre II. bileşiğin formülünü yazınız.

Cevap

25. Bir kimyasal tepkimede 6,8 g H_2S ile 16 g NaOH bileşikleri artansız tepkimeye girerek m g Na_2S ve 7,2 g H_2O bileşiklerini oluşturmaktadır. **Buna göre m değeri kaçtır?**

Cevap

26. Eşit mol sayılı N_2 ve O_2 gazları tepkimeye girdiğinde en fazla 0,6 mol N_2O_3 gazı oluşmaktadır. **Buna göre hangi maddeden kaç mol artmıştır?**

Cevap

27. $Pb(NO_3)_2$(*suda*) + 2KBr(*suda*) ⟶ $PbBr_2$(*k*) + $2KNO_3$(*suda*)

Yukarıdaki tepkimeye ait net iyon denklemini ve seyirci iyonları yazınız.

Cevap

28. N_2 ve H_2 gazlarının tepkimesi sonucunda zayıf baz özelliği gösteren NH_3 (amonyak) oluşmaktadır.

Eşit kütlelerde N_2 ve H_2 gazları kullanılarak gerçekleştirilen tepkimede 1,2 g H_2 gazı harcandığında reaksiyon sonlandığına göre

a) **Başlangıçta kaç gram gaz karışımı kullanılmıştır?**

b) **Artan gaz kaç mol atom içerir?**

c) **Oluşan NH_3 gazı kaç mol HNO_3 ile tepkimeye girer?**

(N: 14, H: 1)

Cevaplar

29. Sıvılaştırılmış petrol gazı anlamına gelen LPG'nin bileşiminde propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) gazları bulunmaktadır.

LPG normal koşullarda gaz hâlinde bulunur ancak basınç etkisiyle sıvılaştırılabilir. LPG'nin sıvılaşabilmesi taşınma ve depolanmasını kolaylaştırır.

Normal koşullarda 2,24 L hacim kaplayan LPG yakıldığında 0,36 mol CO_2 gazı oluştuğuna göre

a) **LPG içerisindeki bütan gazının mol olarak yüzdesini bulunuz.**

b) **Kullanılan LPG'nin toplam kütlesi kaç gramdır?**

(C: 12, H: 1)

Cevaplar

30. Kirecin ham maddesi olan ve halk arasında kireç taşı olarak bilinen $CaCO_3$ bileşiğinin ısı etkisiyle parçalanmasından sönmemiş kireç (CaO) ve CO_2 gazı oluşmaktadır.

$CaCO_3$(*k*) + ısı ⟶ CaO(*k*) + CO_2(*g*)

%20 verimle m gram kireç taşının yukarıda verilen tepkimeye göre parçalanmasından 22,4 g sönmemiş kireç elde edilmektedir.

Buna göre,

a) **Tepkimede oluşan CO_2 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?**

b) **Başlangıçta kullanılan kireç taşı kaç gramdır?**

(Ca: 40, O: 16, C: 12)

Cevaplar

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

31. 0,1 mol C_2H_5COOH bileşiğiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

(N_A : $6,02 \cdot 10^{23}$)

A) $6,02 \cdot 10^{22}$ tane molekül içerir.

B) 0,6 mol hidrojen atomu içerir.

C) $1,806 \cdot 10^{23}$ tane karbon atomu içerir.

D) 0,2 mol oksijen atomu içerir.

E) Toplam $6,02 \cdot 10^{23}$ tane atom içerir.

32. $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesiyle ilgili,

I. Molekül sayısı korunur.

II. Homojen tepkimedir.

III. Toplam proton ve nötron sayısı korunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

33. Yapısında 1,4 mol hidrojen atomu bulunan C_6H_{14} molekülüyle ilgili,

I. 0,01 moldür.

II. $3,612 \cdot 10^{23}$ tane karbon atomu içerir.

III. Toplam 2 mol atom içerir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(N_A: $6,02 \cdot 10^{23}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

34. Mg ve O_2 ile yapılan MgO eldesi deneyinde elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	m_{Mg}	m_{O_2}	m_{MgO}
A Deneyi	3	2	5
B Deneyi	6	4	10
C Deneyi	8	4	10
D Deneyi	6	10	10

Buna göre

I. A deneyi artansız gerçekleşmiştir.

II. B deneyinde artan madde bulunur.

III. C deneyinde 2 g Mg elementi artar.

IV. D deneyinde artan madde Mg elementidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Mg: 24, O: 16)

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV D) III ve IV E) I, II, III ve IV

35. 10 tane CO_2 molekülü kaç gramdır?

(C: 12, O: 16, N_A: Avogadro sayısı)

A) 440 B) $440/N_A$ C) $N_A/44$ D) 44 E) $44/N_A$

36. Aşağıda verilen tepkime denklemine göre 40 g $CaCO_3$ katısının HCl ile tepkimesinden normal koşullarda 5,6 L hacim kaplayan CO_2 gazı oluşmaktadır.

$$CaCO_3(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow CaCl_2(k) + CO_2(g) + H_2O(s)$$

Buna göre tepkimenin verimi yüzde kaçtır?

(Ca: 40, C: 12, O: 16)

A) 25 B) 27,5 C) 62,5 D) 66 E) 75

37. $2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

tepkimesine göre normal koşullarda 6,72 L hacim kaplayan H_2 gazı oluşabilmesi için kaç mol NH_3 gazı kullanılmalıdır?

A) 0,2 B) 0,3 C) 0,4 D) 0,6 E) 0,8

38. MgO bileşiğinin kütlece %60'ı magnezyum elementidir. Eşit kütlede magnezyum ve oksijen elementleri kullanılarak en fazla 60 g MgO bileşiği oluşturulmaktadır. **Buna göre hangi elementten kaç gram artar?**

A) 5 g O_2 B) 12 g O_2 C) 12 g Mg D) 24 g Mg E) 24 g O_2

39. 10 g $CaCO_3$ bileşiğindeki atom sayısı kadar molekül içeren SO_2 gazıyla ilgili,

I. 32 g'dır.

II. Hacmi 11,2 L'dir.

III. $9{,}03 \cdot 10^{23}$ tane atom içerir.

yargılarından hangileri kesin olarak doğrudur?

(Ca: 40, C: 12, S: 32, O: 16, N_A: $6{,}02 \cdot 10^{23}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

40. Aşağıda bazı atom ve molekül miktarları verilmiştir.

I. 1 molekül oksijen gazı

II. 1 mol oksijen gazı

III. 1 oksijen atomu

IV. 10 tane oksijen molekülü

Bu maddelerin kütlelerinin büyükten küçüğe sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I = II > IV > III B) II > IV > I > III C) II > I > IV > III D) IV > II > I = III E) I = II = III = IV

41. C_2H_6 bileşiğinin kütlece %20'si hidrojen elementidir. **Buna göre C_3H_4 bileşiğinde kütlece karbon yüzdesi kaçtır?**

A) 50 B) 60 C) 70 D) 80 E) 90

42. Fe_2O_3 bileşiğinde demir elementinin oksijen elementiyle kütlece birleşme oranı $\frac{7}{3}$ tür. **Buna göre 42 g demir ve 24 g oksijenin tam verimle tepkimesinden oluşan FeO bileşiğiyle ilgili**

I. 54 g'dır.

II. Demir ve oksijen elementlerinin atom kütleleri oranı $\frac{7}{2}$ dir.

III. 12 g demir elementi artar.

yargılarından hangileri doğrudur.

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

43. $AgNO_3(suda) + KBr(suda) \longrightarrow AgBr(k) + KNO_3(suda)$

tepkimesiyle ilgili,

I. Çözünme-çökelme tepkimesidir.

II. K^+ ve NO_3^- seyirci iyonlardır.

III. Net iyon tepkimesi
$Ag^+(suda) + Br^-(suda) \longrightarrow AgBr(k)$
şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

44. Aşağıda bazı tepkimeler verilmiştir.

I. NH_3(*suda*)+ HCl(*suda*) ⟶ NH_4Cl(*suda*)

II. Mg(*k*) + 2HCl(*suda*) ⟶ $MgCl_2$(*suda*) + H_2(*g*)

III. HNO_3(*suda*) + KOH(*suda*) ⟶ KNO_3(*suda*) + H_2O(*s*)

Buna göre yukarıdaki tepkimelerden hangileri asit-baz tepkimesidir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

45. Aşağıda verilen tepkimelerden hangisi yanma tepkimesidir?

A) N_2(*g*) + $3H_2$(*g*) ⟶ $2NH_3$(*g*)

B) $KClO_3$(*k*) ⟶ KCl(k) + $\frac{3}{2}O_2$(*g*)

C) CO(*g*) + $\frac{1}{2}O_2$(*g*) ⟶ CO_2(*g*)

D) $2H_2O$(*s*) ⟶ 2 H_2(*g*) + O_2(*g*)

E) $CaCO_3$(*k*) + ısı ⟶ CaO(*k*) + CO_2(*g*)

46. 8 mol N_2 ile 6 mol H_2 gazlarının tepkimesinden NH_3 gazı oluşmaktadır. **Buna göre,**

I. Sınırlayıcı bileşen N_2 gazıdır.

II. Tepkimede en fazla 68 g NH_3 gazı elde edilir.

III. Homojen bir tepkimedir.

yargılarından hangileri doğrudur?
(H: 1, N: 14)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

47. Aşağıda bazı tepkimeler verilmiştir.

I. $CaCO_3$(*k*) + ısı ⟶ CaO(*k*) + CO_2(*g*)
Tepkime türü: Sentez

II. CH_4(*g*) + $2O_2$(*g*) ⟶ CO_2(*g*) + $2H_2O$(*g*)
Tepkime türü: Yanma

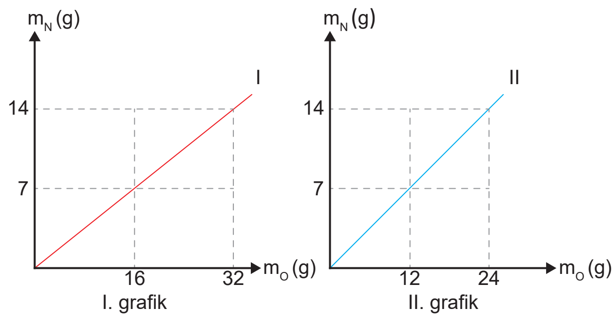
III. NH_3(*g*) + HCl(*g*) ⟶ NH_4Cl(*k*)
Tepkime türü: Nötralleşme

Yukarıdaki tepkime denklemlerinden hangilerinin türü yanlış verilmiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

48. Azot ve oksijen elementleri arasında oluşan iki farklı bileşikte elementlerin birleşen kütleleri I ve II. grafikte gösterilmiştir.

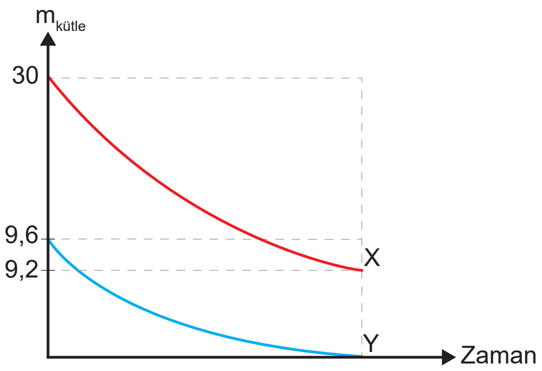


I. grafikteki bileşiğin formülü NO_2 ise II. grafikte birleşme miktarı gösterilen bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) NO_2 B) N_2O_3 C) NO

D) N_2O_5 E) N_2O

49. X ve Y elementleri arasında gerçekleşen tepkimenin kütle-zaman grafiği aşağıda verilmiştir.



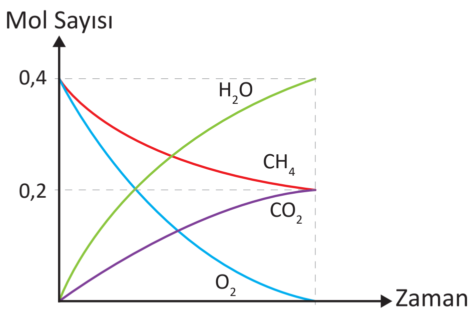
Grafiğe göre X ve Y elementleri arasında oluşan bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

(X: 52, Y: 16)

A) X_2Y B) XY_3 C) XY_2

D) X_2Y_3 E) X_3Y

50. Aşağıdaki grafik gaz fazında gerçekleşen bir tepkimeye aittir.



Buna göre,

I. Tepkimede sınırlayıcı bileşen CH_4 bileşiğidir.

II. Tepkime tam verimlidir.

III. Yanma tepkimesidir.

IV. Tepkime denklemi
$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve III C) II ve IV

D) II, III ve IV E) I, II ve III

51. $N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$

Yukarıda verilen kimyasal tepkimeyle ilgili,

I. Yanma tepkimesidir.

II. Gerçekleşirken ortamın sıcaklığı artar.

III. Toplam mol sayısı korunmuştur.

yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

52. Sabit hacimli kaba sabit sıcaklıkta 8 mol XY_3 gazı konularak

$2XY_3(g) \longrightarrow X_2(g) + 3Y_2(g)$

denklemine göre tepkime başlatılmıştır. **Tepkimede 12 mol gaz karışımı bulunduğu anda,**

I. XY_3 gazının yarısı harcanmıştır.

II. 3 mol X_2 gazı bulunur.

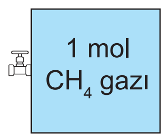
III. 6 mol Y_2 gazı bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

53. Sabit hacim ve sıcaklıkta aşağıdaki kapta 1 mol CH_4 gazı bulunmaktadır.



Kaba vana yardımıyla sabit sıcaklıkta m g H_2 gazı eklendiğinde kaptaki atom sayısı 2 katına çıkmaktadır.

Buna göre m değeri kaçtır?

(H: 1)

A) 2 B) 2,5 C) 3 D) 5 E) 6

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

1. 14,4 g H_2O **2.** 1

3. 2 g N_2 artar.

4. a) 6 g C **b)** $\frac{m_C}{m_O} = \frac{3}{8}$ **c)** 48 g O_2 gazı

5. 21 g CaO elde edilir. **6.** m = 4

7. NO_2 **8.** X_3Y_4

9. 63,62 g **10.** 0,1 g

11. a) $3{,}322 \cdot 10^{-23}$ **b)** 60 g **c)** $24{,}08 \cdot 10^{23}$

12. $1{,}204 \cdot 10^{23}$ tane molekül

13. a) 0,05 mol **b)** $3{,}01 \cdot 10^{22}$ tane **c)** 1,225 L

14. 0,4 mol

15. 22,4 g

16. 5,4 g

17. 1 g He elementindeki atom sayısı

18. IV > II > I > III

19. Yalnız III

20. a) $\frac{m}{72}$ mol **b)** $\frac{17m}{72}$ mol atom

c) $\frac{m \cdot N_A}{6}$ tane H atomu

21.

a) $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

b) $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

c) $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

22. X = CaO Y = CaC_2 Z = C_2H_2

23.

	Homojen	Heterojen	Endotermik	Ekzotermik
a)		X		X
b)	X			X
c)	X		X	
ç)		X	X	
d)	X			X

24. a) KI + H_2O (nötralleşme)

b) HCOONa + H_2O (nötralleşme)

c) NH_4Br (asit-baz)

25. Yalnız I

26. I) Sentez **II)** Nötralleşme

III) Çözünme-çökelme

IV) Yanma **V)** Analiz

27. I ve II **28.** II ve III

29. $2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

30. 35,2 g **31.** 3,2 g O_2 gazı

32. %25'i ayrışmıştır.

33. 1 mol

2. ÜNİTE ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

1.

Maddeler	H_2O	CCl_4	HBr
HF	+	-	+
C_2H_5OH	+	-	+
CH_4	-	+	-
NH_3	+	-	+
Br_2	-	+	-

2.

Maddeler	H_2O	NH_3	HBr
CH_3OH	+	+	-
C_2H_5COOH	+	+	-
CH_4	-	-	-

3. 160 g **4.** 100 g **5.** %28

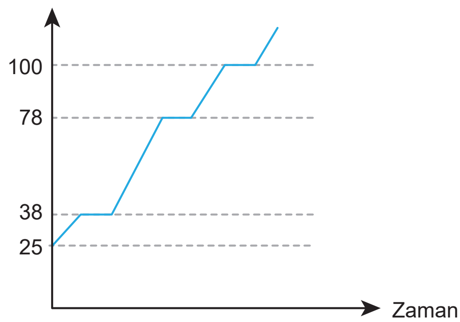
6. I) %20 **II)** %33,33 **III)** %30

7. 20 **8.** %20 **9. I)** %90 **II)** %7 **III)** %3

10. C

11. I) Eter

II)



12. D

3. ÜNİTE ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

1.

	Asit	Baz
Acı biber		X
Gazoz	X	
Çikolata		X
Salça	X	
Diş Macunu		X
Şampuan		X
Ayran	X	
Erik	X	
Turşu	X	
Kan		X

2. I, II ve III

3.

	NaOH	$Mg(OH)_2$
HCl	NaCl	$MgCl_2$
H_2SO_4	Na_2SO_4	$MgSO_4$
H_3PO_4	Na_3PO_4	$Mg_3(PO_4)_2$
CH_3COOH	CH_3COONa	$(CH_3COO)_2Mg$
HNO_3	$NaNO_3$	$Mg(NO_3)_2$

	$Al(OH)_3$	KOH
HCl	$AlCl_3$	KCl
H_2SO_4	$Al_2(SO_4)_3$	K_2SO_4
H_3PO_4	$AlPO_4$	K_3PO_4
CH_3COOH	$(CH_3COO)_3Al$	CH_3COOK
HNO_3	$Al(NO_3)_3$	KNO_3

4.

	HCl	NaOH	H_2SO_4	HNO_3	HBr	KOH
Cu	-	-	+	+	-	-
Al	+	+	+	+	+	+
Fe	+	-	+	+	+	-
Zn	+	+	+	+	+	+
Au	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	+	+	-	-

4. ÜNİTE ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

1. Hazır gıdalarda koruyucu, renklendirici ve tatlandırıcı gibi kimyasal maddeler kullanılır. Hazır gıdaların raf ömrü daha uzundur.

2. Son kullanma tarihine bakılmalıdır. Ambalajların sağlam olmasına dikkat edilmelidir. İçerdiği katkı maddelerine bakılmalıdır.

1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

A

1. Lavoiser **2.** Birleşme oranı **3.** $6,02 \cdot 10^{23}$

4. Mol kütlesi **5.** Yanma **6.** Ekzotermik **7.** Homojen

8. $\frac{4}{3}$ **9.** akb **10.** Sınırlayıcı bileşen

B

11-d **12**-ç **13**-f **14**-g **15**-b **16**-ğ **17**-a **18**-h
19-e **20**-c

C

21.a) H_2 gazı **b)** 0,3 mol O_2 gazı **c)** 3,6 g

22. 21 **23.** m = 6 **24.** C_7H_{12} **25.** 15,6 g

26. 0,3 mol N_2

27. Net iyon denklemi: $Pb^{2+} + 2Br^- \longrightarrow PbBr_2(k)$
Seyirci iyonlar: K^+, NO_3^-

28.a) 11,2 g **b)** 4,4 mol atom **c)** 0,4 mol HNO_3

29.a) %60 bütan **b)** 5,24 g

30.a) 8,96 L **b)** 200 g

D

31.	E	**32.**	D	**33.**	D	**34.**	B	**35.**	B
36.	C	**37.**	A	**38.**	B	**39.**	D	**40.**	B
41.	E	**42.**	C	**43.**	E	**44.**	C	**45.**	C
46.	D	**47.**	D	**48.**	B	**49.**	D	**50.**	D
51.	C	**52.**	D	**53.**	D				

2. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

A

1. Çözelti **2.** Koligatif **3.** Heterojen

4. Ayrımsal damıtma **5.** Süzme **6.** Moleküler

7. Aerosol **8.** Apolar **9.** Donma noktası

10. Çeşme suyu

CEVAP ANAHTARI